
3 1761 07480531 8







Forschungsreise S. M. S. „Planet“ 1906/07

Herausgegeben vom

Reichs-Marine-Amt



III. Band

OZEANOGRAPHIE

von

Dr. W. Brennecke
Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter bei der Deutschen Seewarte

Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Schott
und einer Abhandlung über stereophotogrammetrische Arbeiten
von Admiralitätsrat Prof. Dr. Kohlschütter

BERLIN 1909
VERLAG VON KARL SIEGISMUND
Hofbuchhändler Sr. Majestät d. Königs v. Sachsen

Inhalt.

Verzeichnis der Tafeln.

Sämtliche Tafeln der Bände II und III sind — wo nichts anders vermerkt — im Nautischen Departement teils autographisch, teils photolithographisch hergestellt und gedruckt.

Vorwort.

Von

Prof. Dr. **Gerhard Schott,**

Abteilungsvorstand bei der Deutschen Seewarte in Hamburg.

Wenn die Kaiserliche Marine die Ausreise S. M. Spezialschiff „Planet" nach der Südsee benutzt hat, diesem Fahrzeuge eine Reihe von meereskundlichen Arbeiten im allgemeinen und von Tiefseeforschungen im besonderen zu übertragen, so hat sie damit nur von neuem ein Feld wissenschaftlicher Betätigung betreten, das sie schon vor mehr als 30 Jahren in hervorragender Weise gepflegt hat*). Die Untersuchungsfahrten S. M. Raddampfer-Aviso „Pommerania" in den Jahren 1871 und 1872, der unter dem Kommando des Kapitänleutnant Hoffmann stand und auf dem als Meereschemiker Prof. Jacobsen von Rostock eingeschifft war, beschränkten sich zwar auf die Ost- und Nordsee, sind aber seinerzeit grundlegender Natur gewesen, besonders im Hinblick auf alle die für die Tierwelt so wichtigen Fragen nach den im Meerwasser absorbierten Gasmengen**). Die zwei Reisen der „Pommerania" sind allerdings im wesentlichen auf Anregung der Kieler Ministerialkommission zur Erforschung der deutschen Meere zustande gekommen und auch unter der wissenschaftlichen Tätigkeit ihrer Mitglieder ausgeführt, also nicht ausschliesslich ein Unternehmen der Marine gewesen.

Der Nordsee und ihren physikalisch-chemischen Verhältnissen galten dann ferner die in die Jahre 1881, 1882 und 1884 fallenden Expeditionen S. M. Kanonenboot „D r a c h e", Kommandant Korvettenkapitän Holzhauer; auch auf diesem Schiff war ein Gelehrter, der Chemiker Dr. Neumeister, während der wichtigsten Reise (im Sommer 1882) eingeschifft. Die Untersuchungen des „Drache" erstreckten sich, abgesehen von den systematisch angeordneten Vertikalschnitten über die Verteilung der Temperaturen, Salzgehalte und Gasmengen, ganz besonders auf die Strömungen der Nordsee, die ja durch ihre Verbindung mit dem Gezeitenphänomen ausserordentlich verwickelter Natur sind; auch die geologisch-mineralogische Untersuchung der heraufgehobenen Bodenproben ist eine sorgfältige und ergebnisreiche gewesen***). Noch kürzlich hat ein solcher Sach- und Fachkenner wie Prof. O. Pettersson in Stockholm den ausserordentlichen Wert der Arbeiten des „Drache" rühmend hervorgehoben.

Diesen zwei den heimischen Gewässern gewidmeten Unternehmungen können wir nun zwei Expeditionen der Marine zur Seite stellen, welche weit über die Ozeane sich erstreckt

*) Über Deutschlands Anteil an der geographischen Erforschung der Meere mit besonderer Berücksichtigung der Tätigkeit der Marine vergl. man den ausführlichen historischen Überblick in der „Marine-Rundschau", Beiheft zu Juli 1907.

**) Die Ergebnisse sind veröffentlicht in den Jahresberichten der „Kommission zur Erforschung der deutschen Meere" für die Jahre 1871 (Berlin 1873) und 1872/73 (Berlin 1875).

***) Hydrograph. Amt der Admiralität, die Ergebnisse der Untersuchungsfahrten S. M. S. „Drache" Berlin 1886.

und schon hierdurch, rein geographisch betrachtet, einen anderen Charakter als die Reisen von „Pommerania" und „Drache" gewonnen haben. Die erste Expedition ist die Weltumsegelung durch die Korvette „Gazelle" unter dem Kommando des Kapitäns zur See Freiherrn von Schleinitz, in den Jahren 1874 bis 1876. Unter den deutschen wissenschaftlichen Reisen zur See steht sie noch heute insofern einzig da, als während ihres Verlaufes alle drei Ozeane gleichmässig mit Untersuchungsstationen bedacht worden sind; die Reise ging um das Kap der Guten Hoffnung nach Kerguelen — wo eine astronomische Abteilung zur Beobachtung des Venus-Durchganges vor der Sonne an Land gesetzt und nach einigen Monaten wieder abgeholt wurde —, nach Mauritius, Neu-Guinea, Australien, den Samoa-Inseln und durch die Magellanstrasse wieder nach Kiel*). Der Zoologe Dr. Studer ist der einzige Gelehrte gewesen, der die ganze Reise mitgemacht hat. Im übrigen war das gesamte, sehr reichhaltige Arbeitsprogramm den Offizieren des Schiffes übertragen. Die rein ozeanographischen Arbeiten, die uns hier besonders interessieren, also die Tiefseelotungen, Beobachtungen der Meerestemperaturen, Strommessungen u. a. m. war dienstliche Angelegenheit des Kapitänleutnants Bendemann und des Unterleutnants zur See Wachenhusen; es ist aber nicht zu vergessen, dass gerade an diesen Untersuchungen der Kommandant selbst tatkräftigen Anteil genommen und in zahlreichen und sehr selbständige eigene Ansichten vertretenden Aufsätzen, auch in Reiseberichten schon während der Expedition, für eine Reihe von Jahren massgebenden Einfluss auf die Ozeanographie ausgeübt hat. Die Wissenschaft darf sich freuen, Freiherrn von Schleinitz, Vizeadmiral a. D., noch heute als Ehrenmitglied zahlreicher wissenschaftlicher Gesellschaften unter den Lebenden zu wissen.

Die zweite Tiefsee-Expedition der Kaiserlichen Marine im grossen Stil ist die, über deren Leistungen der hier vorliegende Band Rechenschaft ablegt. 30 Jahre waren seit der Heimkehr der „Gazelle" vergangen, als S. M. S. „Planet" unter dem Kommando des Kapitänleutnant Lebahn am 21. Januar 1906 Kiel verliess. Wenn bei der Organisation der „Gazelle"-Expedition Dr. G. Neumayer, damals Hydrograph in der Admiralität, der nachmalige langjährige Direktor der Seewarte, in allen wissenschaftlichen Einzelheiten bestimmend und eingreifend gewirkt hat, so wurde in ähnlicher Weise für die ozeanographischen — und auch aerologischen — Aufgaben des „Planet" von Anfang an die Deutsche Seewarte herangezogen. Hier fanden die Offiziere des Schiffes, Oberleutnant zur See Mündel und Schweppe, in Lehrkursen eine Spezialunterweisung, hier wurde die Ausrüstung beschafft; und endlich wurde auch einer ihrer Beamten, Dr. W. Brennecke, durch den Staatssekretär des Reichs-Marine-Amtes an Bord zur Ausführung der ozeanographischen Untersuchungen kommandiert. Wie die Fahrt der „Gazelle", so ging auch die Fahrt des „Planet" ostwärts um das Kap der Guten Hoffnung; ein Vergleich der beiden Reisewege lässt jedoch erkennen, dass in glücklicher Weise doch ganz verschiedene Regionen der zwei Ozeane erforscht worden sind, indem z. B. im Indischen Ozean „Planet" die westlichen und nördlichen, „Gazelle" die südlichen und östlichen Regionen vorzugsweise untersucht hat.

Immerhin hat der „Planet" gar manchmal die Pfade seines Vorgängers gekreuzt, ja er hat sie, wie im Bismarck-Archipel, auf kürzere oder längere Strecken wieder befahren. Eine solche Wiederholung früherer Beobachtungen an gleicher Station ist in gewissen Grenzen sogar erwünscht, einmal, um etwaige Unterschiede verschiedener Jahre zu erkennen, sodann, um an der Hand der modernen Instrumente und Untersuchungsmethoden die älteren Daten prüfen zu können.

*) Hydrograph. Amt der Admiralität, die Forschungsreise S. M. S. „Gazelle", 5 Bände. Berlin 1887—1890.

Was nun im einzelnen die ozeanographischen Beobachtungen betrifft, die dem an Bord kommandierten Gelehrten Dr. W. Brennecke übertragen waren, und die er unter der Leitung des Kommandos auszuführen hatte, so gliederten sie sich in zwei Hauptgruppen:

1. Es sollten Beiträge zur Kenntnis des Reliefs des Meeresbodens geliefert werden; besonders war auf den Walfischrücken im südöstlichen Teile des Südatlantischen Ozeans hingewiesen worden. Es sollte möglichst die Frage gelöst werden, in welcher Weise der Anschluss dieser bedeutsamen untermeerischen Bodenform an das afrikanische Festland erfolge. Weiter gaben die interessanten Resultate der Lotungen des „Stephan" und der „Edi" im tropischen westlichen Stillen Ozean Veranlassung, die Aufmerksamkeit auf das in geographischer Hinsicht von Jahr zu Jahr wichtiger werdende Phänomen der Tiefseegräben hinzulenken.

2. Es sollten exakte physikalisch-chemische Bestimmungen der einzelnen Faktoren des Meerwassers in den verschiedenen Tiefenschichten ausgeführt werden, mit besonderer Berücksichtigung der von der Oberfläche bis etwa 1000 m Tiefe reichenden Schicht; denn in ihr treten die für die Fragen der allgemeinen ozeanischen Zirkulation wichtigsten regionalen Unterschiede nahezu aller physikalischen und chemischen Faktoren des Meerwassers am entschiedensten hervor.

Hauptsächlich die Tiefseelotungen bedingten die Abweichungen des Reiseweges von den normalen Routen und stellten an das Kommando des Schiffes hohe Anforderungen. Mit unermüdlichem Eifer und in grosszügiger Weise sind diese Tiefseearbeiten von dem Kommando S. M. S. „Planet" geleitet und ausgeführt worden, so dass in morphologischer Hinsicht unsere Kenntnis der grossen Züge in der Bodengestaltung der Ozeane wesentlich — wie wohl allseitig zugestanden werden dürfte — durch die Untersuchungen des „Planet" gefördert worden ist. Im besonderen wird mit diesen Arbeiten auch der Name des trefflichen, leider so früh verstorbenen Kommandanten, des Kapitänleutnant W. L e b a h n , dauernd verknüpft bleiben.

Was in zweiter Hinsicht, in Erkundung der Statik und Dynamik der Tiefsee, erreicht worden ist, gibt der Bearbeiter in zahlreichen Tabellen, Schnitten und Diagrammen wieder, die in anderthalbjähriger Bearbeitung auf der Deutschen Seewarte entstanden sind. Die Vertikalschnitte, die Dr. Brennecke z. B. für den östlichen Atlantischen Ozean beider Halbkugeln zur Darstellung der Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes, der Dichte und des Sauerstoffgehaltes in den verschiedenen Tiefen entworfen hat und hier veröffentlicht, dürften einen ganz bedeutenden Fortschritt darstellen, hauptsächlich um deswillen, weil an den einzelnen Stationen die Daten für alle ozeanographischen Faktoren stets in allen Tiefen vollständig gesammelt worden sind. Der Wunsch, die Ergebnisse möglichst schnell der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, bedingte manche Beschränkung in der Diskussion der Beobachtungen. Der Hauptwert wurde auf eine möglichste Aufbereitung des umfangreichen Materials gelegt. Immerhin hat sich der Bearbeiter nicht lediglich mit der Bereitstellung des Materials für weitere Forschung begnügt, er hat auch mit seinen eigenen Ansichten über allgemeine Fragen (vergl. z. B. Kap. IV, Abs. 1) nicht zurückgehalten, und dies ist willkommen. Denn die Fachgenossen erwarten grade auch von denen, die draussen praktisch durch Anstellung von Messungen zu arbeiten in der Lage gewesen sind, eine eigene Deutung dieser Beobachtungen und eine Stellungnahme zu den lediglich durch Rechnung oder konstruktives Denken aufgebauten Theorien.

Die Untersuchung der an Bord eingeschmolzenen Wasserproben in bezug auf ihren Stickstoff- und Kohlensäuregehalt hat in monatelanger Arbeit Dr. Lütgens, Kandidat des höheren Lehramts, in Hamburg ausgeführt. Die mannigfachen Schwierigkeiten, welche die Analysen boten, haben seine Zeit in ausgedehnter Weise in Anspruch genommen. Für die Sorgfalt seiner Untersuchungen ist ihm der Bearbeiter zu Dank verpflichtet.

Die Angaben über die Beschaffenheit des Meeresbodens hat Marine-Stabsarzt Dr. Graef gemacht, welcher an Bord selbst eine vorläufige Bestimmung ausführte; diese Angaben finden sich in den Tabellen des Kap. II, 2. Eine eingehende Bearbeitung wird Professor Dr. Haas in Kiel liefern.

Die ozeanographischen Beobachtungen und Aufrechnungen wurden im übrigen durchweg nach den Methoden der Internationalen Meeresforschung ausgeführt.

Wenn auch die in diesem Bande hiermit niedergelegten Ergebnisse der ozeanographischen Beobachtungen S. M. S. ,,Planet" in gleicher Weise unter der Leitung des Verfassers dieses Vorworts bearbeitet worden sind, wie s. Zt. die Ausrüstung des Schiffes zu diesen Beobachtungen beschafft worden ist, so verbleibt doch die Verantwortung für Inhalt und Form Herrn Dr. Brennecke, und er wird diese Verantwortung mit Freuden übernehmen können. Denn die Fachkreise werden sicherlich dem Urteil zustimmen, dass hier ein mit Sorgfalt gesammeltes Material einer ebenso sorgfältigen Bearbeitung unterzogen worden ist.

Was nun im einzelnen die ozeanographischen Beobachtungen betrifft, die dem an Bord kommandierten Gelehrten Dr. W. Brennecke übertragen waren, und die er unter der Leitung des Kommandos auszuführen hatte, so gliederten sie sich in zwei Hauptgruppen:

1. Es sollten Beiträge zur Kenntnis des Reliefs des Meeresbodens geliefert werden; besonders war auf den Walfischrücken im südöstlichen Teile des Südatlantischen Ozeans hingewiesen worden. Es sollte möglichst die Frage gelöst werden, in welcher Weise der Anschluss dieser bedeutsamen untermeerischen Bodenform an das afrikanische Festland erfolge. Weiter gaben die interessanten Resultate der Lotungen des ,,Stephan“ und der ,,Edi“ im tropischen westlichen Stillen Ozean Veranlassung, die Aufmerksamkeit auf das in geographischer Hinsicht von Jahr zu Jahr wichtiger werdende Phänomen der Tiefseegräben hinzulenken.

2. Es sollten exakte physikalisch-chemische Bestimmungen der einzelnen Faktoren des Meerwassers in den verschiedenen Tiefenschichten ausgeführt werden, mit besonderer Berücksichtigung der von der Oberfläche bis etwa 1000 m Tiefe reichenden Schicht; denn in ihr treten die für die Fragen der allgemeinen ozeanischen Zirkulation wichtigsten regionalen Unterschiede nahezu aller physikalischen und chemischen Faktoren des Meerwassers am entschiedensten hervor.

Hauptsächlich die Tiefseelotungen bedingten die Abweichungen des Reiseweges von den normalen Routen und stellten an das Kommando des Schiffes hohe Anforderungen. Mit unermüdlichem Eifer und in grosszügiger Weise sind diese Tiefseearbeiten von dem Kommando S. M. S. ,,Planet“ geleitet und ausgeführt worden, so dass in morphologischer Hinsicht unsere Kenntnis der grossen Züge in der Bodengestaltung der Ozeane wesentlich — wie wohl allseitig zugestanden werden dürfte — durch die Untersuchungen des ,,Planet“ gefördert worden ist. Im besonderen wird mit diesen Arbeiten auch der Name des trefflichen, leider so früh verstorbenen Kommandanten, des Kapitänleutnant W. L e b a h n , dauernd verknüpft bleiben.

Was in zweiter Hinsicht, in Erkundung der Statik und Dynamik der Tiefsee, erreicht worden ist, gibt der Bearbeiter in zahlreichen Tabellen, Schnitten und Diagrammen wieder, die in anderthalbjähriger Bearbeitung auf der Deutschen Seewarte entstanden sind. Die Vertikalschnitte, die Dr. Brennecke z. B. für den östlichen Atlantischen Ozean beider Halbkugeln zur Darstellung der Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes, der Dichte und des Sauerstoffgehaltes in den verschiedenen Tiefen entworfen hat und hier veröffentlicht, dürften einen ganz bedeutenden Fortschritt darstellen, hauptsächlich um deswillen, weil an den einzelnen Stationen die Daten für alle ozeanographischen Faktoren stets in allen Tiefen vollständig gesammelt worden sind. Der Wunsch, die Ergebnisse möglichst schnell der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, bedingte manche Beschränkung in der Diskussion der Beobachtungen. Der Hauptwert wurde auf eine möglichste Aufbereitung des umfangreichen Materials gelegt. Immerhin hat sich der Bearbeiter nicht lediglich mit der Bereitstellung des Materials für weitere Forschung begnügt, er hat auch mit seinen eigenen Ansichten über allgemeine Fragen (vergl. z. B. Kap. IV, Abs. 1) nicht zurückgehalten, und dies ist willkommen. Denn die Fachgenossen erwarten grade auch von denen, die draussen praktisch durch Anstellung von Messungen zu arbeiten in der Lage gewesen sind, eine eigene Deutung dieser Beobachtungen und eine Stellungnahme zu den lediglich durch Rechnung oder konstruktives Denken aufgebauten Theorien.

Die Untersuchung der an Bord eingeschmolzenen Wasserproben in bezug auf ihren Stickstoff- und Kohlensäuregehalt hat in monatelanger Arbeit Dr. Lütgens, Kandidat des höheren Lehramts, in Hamburg ausgeführt. Die mannigfachen Schwierigkeiten, welche die Analysen boten, haben seine Zeit in ausgedehnter Weise in Anspruch genommen. Für die Sorgfalt seiner Untersuchungen ist ihm der Bearbeiter zu Dank verpflichtet.

Die Angaben über die Beschaffenheit des Meeresbodens hat Marine-Stabsarzt Dr. Graef gemacht, welcher an Bord selbst eine vorläufige Bestimmung ausführte; diese Angaben finden sich in den Tabellen des Kap. II, 2. Eine eingehende Bearbeitung wird Professor Dr. Haas in Kiel liefern.

Die ozeanographischen Beobachtungen und Aufrechnungen wurden im übrigen durchweg nach den Methoden der Internationalen Meeresforschung ausgeführt.

Wenn auch die in diesem Bande hiermit niedergelegten Ergebnisse der ozeanographischen Beobachtungen S. M. S. „Planet" in gleicher Weise unter der Leitung des Verfassers dieses Vorworts bearbeitet worden sind, wie s. Zt. die Ausrüstung des Schiffes zu diesen Beobachtungen beschafft worden ist, so verbleibt doch die Verantwortung für Inhalt und Form Herrn Dr. Brennecke, und er wird diese Verantwortung mit Freuden übernehmen können. Denn die Fachkreise werden sicherlich dem Urteil zustimmen, dass hier ein mit Sorgfalt gesammeltes Material einer ebenso sorgfältigen Bearbeitung unterzogen worden ist.



Erstes Kapitel.

Die Ausrüstung mit Instrumenten und die Untersuchungsmethoden.

1. Die Lotmaschinen.

Für die Ausführung der Tiefsee-Lotungen war die Lotmaschine von Sigsbee, welche schon erfolgreich von der „Plankton“-, „Valdivia“- und „Gauss“-Expedition benutzt worden war, und die meist von den Kabeldampfern gebrauchte Lucas-Lotmaschine an Bord gegeben Die Sigsbee-Lotmaschine war an Backbord, die Lucas-Maschine an Steuerbord hinter der Kommandobrücke aufgestellt.

Die Sigsbee-Lotmaschine*) (siehe Tafel 1) hat sowohl auf der „Valdivia“- wie auf der „Gauss“-Expedition technische Umänderungen erfahren; bald war sie mit einem Elektromotor, bald mit Dampfmaschinenantrieb versehen; „Planet“ erhielt sie mit einer kleinen Dampfmaschine zusammengekuppelt, welche der „Gauss“ in Kapstadt hatte ansetzen lassen**). Diese zum Einholen des Drahtes bestimmte Maschine hat sich auf der ganzen Fahrt bei mehr als 250 Lotungen gut bewährt; wenngleich das Einhieven nicht so schnell ging, wie mittels Elektromotor — 100 m Draht wurden in 55 bis 60 Sekunden eingehievt — so wurde andererseits dadurch verhindert, dass der Draht zu schnell eingeholt wurde. Letzteres kann nämlich einerseits zu einer zu starken Beanspruchung des Drahtes führen, wodurch die Elastizität desselben leidet und infolgedessen die Bruchfestigkeit vermindert wird, andererseits wird bei zu schnellem Einholen leicht der Draht mit solcher Kraft auf die Trommel übernommen, dass sich einzelne Buchten zwischen darunter liegende, weniger fest liegende, pressen, was alsdann bei der Ausgabe des Drahtes Störungen hervorruft.

Nach längerem Gebrauch der Lotmaschine stellten sich im Laufe der Reise eine Anzahl von Defekten heraus, welche meist mit Bordmitteln gehoben werden konnten (Festlaufen der Kuppelung zwischen Drahttrommel und Dampfmaschine, Versagen des Zählwerks, Durchlaufen der Lager des Messrades etc.). Diese Reparaturen waren durch Verschleiss der Maschine bedingt; von ihnen abgesehen sind die Erfahrungen mit der Maschine sehr gute gewesen. Von technischen Änderungen, die auf „Planet“ an der Maschine vorgenommen sind, seien die Fortnahme des zur Auflage einer Seilleitung dienenden Rades genannt, welches das Trägheitsmoment der Trommel zu stark vergrösserte, sowie die Umänderung der Handbremse. Das Bremstau wurde an einem Rade, welches in einem vor der Trommel befindlichen Block gelagert

*) Eine ausführliche Beschreibung der Maschine sowie wertvolle Winke für ihre Bedienung hat Schott in „Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“, Bd. I, Ozeanographie, Kapitel I, gegeben.

**) „Deutsche Südpolar-Expedition“, Bd. I, H. 1, S. 62.

war, so befestigt, dass die Regulierung der Auslaufgeschwindigkeit durch Drehung des Rades erfolgen konnte; auch kam auf diese Weise ein grösserer Teil des Bremstaues zur Wirkung. Nachdem in den ersten hundert Metern die Auslaufgeschwindigkeit durch Lockern oder Anziehen des Bremstaues geregelt war, wurde dieses festgelegt und nur bei zunehmender Tiefe, wo infolge wachsenden Reibungswiderstandes die Geschwindigkeit abnahm, etwas gelockert. Die Fussbremse ist fast gar nicht benutzt worden, da sie nicht genügend wirkte. Herrschte grober Seegang, in welchem das Schiff stark nach Back- und Steuerbord überholte, dass der Draht nicht gleichmässig auslief, sondern beim Überholen nach Backbord sich in grossen Buchten nach See zu ringelte, so wurden die Buchten durch die beiden Lotgäste mit Führungshaken seitwärts steifgeholt, bis der Draht wieder unter Zug kam. Die Methode ist etwas umständlich und erfordert mehr Leute zur Bedienung — sie hat den Vorteil, dass die Bremsung der Trommel stets ungeändert bleibt, sodass die Grundberührung leichter erkannt wird. Erfahrung und grosse Aufmerksamkeit des Leiters der Lotung ist die Hauptsache, vorteilhaft ist es auch, stets dieselben Leute zur Bedienung der Maschine zu verwenden.

Da die Lotmaschine neben einem ausschwingbaren Podeste auf Deck stand, so war die Anbringung des Lotgewichtes und der Messinstrumente sehr erschwert. Es wurde daher ein drehbarer Ausleger an der Kommandobrücke angebracht, und der Draht von der äusseren Rolle der Lotmaschine wieder nach oben über eine am Ausleger befindliche Rolle geführt; von dieser aus ging der Draht in See. Auf dem Podest stehend, konnte der Lotgast alsdann Gewicht und Instrumente auch bei schwerer See sicher anbringen und wieder einnehmen. Für die beim Loten häufiger gebrauchten Instrumente war unmittelbar neben der Lotmaschine ein Schrank eingebaut — eine Einrichtung, die sich sehr bewährt hat.

Die L u c a s - L o t m a s c h i n e *), mit elektrischem Antrieb versehen, gestattet ein schnelleres Arbeiten wie die Sigsbee-Maschine. Zu Beginn der Lotungsarbeiten wurde abwechselnd mit der Sigsbee- und Lucas-Maschine gearbeitet. Da sich aber alle Verluste an Draht und Instrumenten nur beim Loten mit der Lucas-Maschine ereigneten, so erschien es im Interesse der Arbeiten geboten, sich auf den Gebrauch der Sigsbee-Maschine zu beschränken. Die Gründe für die Verluste beim Gebrauch der Lucas-Maschine sind zum Teil vielleicht auf nicht genügendes Einarbeiten mit der Maschine zurückzuführen, da die Erprobung der Spannung der Federn und die Regulierung der Bremse etwas diffiziler ist wie bei der anderen Maschine. Ein wichtiger Umstand ist aber, dass der Lotdraht auf der grösseren Trommel der Sigsbee-Maschine entschieden besser aufliegt wie bei der Lucas-Maschine. Trotzdem der Draht mit allen Vorsichtsmassregeln und unter möglichst grosser Spannung auf die Trommel gebracht worden war, ergaben sich mehrfach Schwierigkeiten der Art, dass der Draht beim Fieren unklar kam und dann leicht brach. Die auf „Planet“ gesammelten Erfahrungen sind zu gering, um ein abschliessendes Urteil fällen zu können; es ist möglich, dass man bei grösserer Vertrautheit mit der Lucas-Maschine eben so sicher wie mit der Sigsbee-Maschine lotet — allerdings findet man auch bei den Kabeldampfern recht häufig die Notiz: „x Meter Draht und Instrumente verloren“.

2. Der **Lotdraht und die beim Loten gebrauchten Instrumente.**

Zum Loten wurde Klaviersaitendraht von 0,8 und 0,9 mm Durchmesser benutzt, dessen Bruchfestigkeit etwa 300 kg pro qmm betrug. Der Draht wurde von M. Poehlmann-Nürnberg bezogen. Die Gesamtmenge betrug etwa 25 000 m; im Verlauf der Reise wurden noch

*) Eine Beschreibung der Maschine nebst Zeichnung gibt A. Stehr in „Deutsche Südpolar-Expedition“, Bd. I, H. 1, S. 66 (mit Abbildung).

10 000 m Draht nachbestellt. Die Qualität des Drahtes ist vorzüglich gewesen. Als Beispiele seien angeführt, dass in einem Falle die im Boden festsitzende Schlammröhre aus der Lotspindel ausbrach, ohne dass der Draht riss, und dass in einem anderen Falle das Lotgewicht aus 8500 m Tiefe wieder mit hoch gebracht wurde. Die Beanspruchung auf Zug überschritt in diesen Fällen das ablesbare Maximum von 250 kg; Bedingung für das Gelingen einer solchen Lotung ist sehr langsames Einhieven des Drahtes unter steter Beobachtung der Skala, an welcher der ausgeübte Zug durch die Stellung des Schlittens abgelesen werden kann*).

Die zu unterst auf der Lottrommel befindlichen 4000 m Draht hatten 0,9 mm Durchmesser, die darüber liegenden 0,8 mm; die Verbindung geschah durch einen etwa 1 m langen Spliss, dessen Enden mit feinem Draht umwickelt und mit Bleilot umkleidet waren. Das Verfahren bewährte sich sehr gut, die Splissung lief glatt aus und brach nie. Für die praktische Ausführung finden sich Darlegungen im Teil Ozeanographie der „Valdivia"-Expedition und im I. Band (Technik) der Deutschen Südpolar-Expedition.

Am Ende des Lotdrahtes ist ein hanfener Vorläufer von m i n d e s t e n s 20 m L ä n g e anzubringen, um Kinkenbildung bei der Grundberührung zu vermeiden. Die Verbindung zwischen Draht und Vorläufer wird praktisch so hergestellt, dass das Ende des Drahtes zu einem Auge zusammensplisst und in dieses Auge der Vorläufer eingesplisst wird, die Verbindung muss glatt über das Zählrad und die Rollen herübergehen. Der Draht wird vor dem nassen Vorläufer beim Einwinden durch ein Stück Segeltuch geschützt, welches zwischen Vorläufer und Draht über die Lottrommel gelegt wird. Die Konservierung des Drahtes erfolgt nach dem Entfernen des Seewassers durch Marsöl oder Schweinefett, welches ausserdem nach beendigter Lotung dick mit dem Pinsel auf die Drahttrommel aufgetragen wird.

Die untersten 100 m des Lotdrahtes werden mit Vorteil nach allen 20 bis 30 Lotungen abgeschnitten, da ein Bruch des Drahtes meist in diesem Teil, welcher am leichtesten einer Schwächung durch Rost- oder Kinkenbildung ausgesetzt ist, erfolgt; auch nach längerer Ausserdienststellung der Maschine ist es der Vorsicht halber besser, einige 100 m Draht abzuschneiden.

An Lotgewichten waren auf „Planet" Gewichte von 15 und 25—28 kg vorhanden; mit den Gewichten von 15 kg kann man mit guter Grundberührung bis zu 2000 m Tiefe loten, bei grösseren Tiefen nimmt man die grösseren Gewichte. Bei Tiefen über 6000 m war die Grundberührung auch mit den grösseren Gewichten zuweilen schwer zu erkennen, und es würde zweckmässig sein, für Tiefen von 6000 bis 9000 m Gewichte von etwa 35 kg Gewicht an Bord zu haben. Neue Gewichte wurden in Durban und Colombo von den Werften beschafft.

Als beste Vorrichtung zum Aufhängen des Lotgewichtes bewährte sich die Sigsbeesche Lotspindel (siehe Tafel 2), mit der „Planet" im Gegensatz zu der Deutschen Südpolar-Expedition**) stets zufrieden gewesen ist. Ein Versagen der Federn ist nur einmal passiert. Der Unterschied liegt wahrscheinlich im Material, aus dem die Federn hergestellt worden sind. Die Spindeln sowie eine Reihe anderer Instrumente wurden von dem Mechaniker der Deutschen Seewarte, Herrn Seemann, angefertigt.

Ausser diesen Sigsbee-Lotspindeln standen eine Anzahl Lotspindeln zur Verfügung, wie sie von dem Kabeldampfer „von Podbielski" gebraucht worden sind***). Der Abfall des Lotgewichtes erfolgt auch hier durch Federauslösung bei Aufstossen des Lotkörpers, die Spindel

*) Vergleiche Schott in „Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia", Bd. I, Ozeanographie, Kapitel 1, 2 und 4.

**) A. a. O. S. 70 (hier findet sich auch genaue Beschreibung und Zeichnung der Lotspindel).

***) Skizze in Annalen der Hydrographie etc. 1902. S. 517.

war, so befestigt, dass die Regulierung der Auslaufgeschwindigkeit durch Drehung des Rades erfolgen konnte; auch kam auf diese Weise ein grösserer Teil des Bremstaues zur Wirkung. Nachdem in den ersten hundert Metern die Auslaufgeschwindigkeit durch Lockern oder Anziehen des Bremstaues geregelt war, wurde dieses festgelegt und nur bei zunehmender Tiefe, wo infolge wachsenden Reibungswiderstandes die Geschwindigkeit abnahm, etwas gelockert. Die Fussbremse ist fast gar nicht benutzt worden, da sie nicht genügend wirkte. Herrschte grober Seegang, in welchem das Schiff stark nach Back- und Steuerbord überholte, dass der Draht nicht gleichmässig auslief, sondern beim Überholen nach Backbord sich in grossen Buchten nach See zu ringelte, so wurden die Buchten durch die beiden Lotgäste mit Führungshaken seitwärts steifgeholt, bis der Draht wieder unter Zug kam. Die Methode ist etwas umständlich und erfordert mehr Leute zur Bedienung — sie hat den Vorteil, dass die Bremsung der Trommel stets ungeändert bleibt, sodass die Grundberührung leichter erkannt wird. Erfahrung und grosse Aufmerksamkeit des Leiters der Lotung ist die Hauptsache, vorteilhaft ist es auch, stets dieselben Leute zur Bedienung der Maschine zu verwenden.

Da die Lotmaschine neben einem ausschwingbaren Podeste auf Deck stand, so war die Anbringung des Lotgewichtes und der Messinstrumente sehr erschwert. Es wurde daher ein drehbarer Ausleger an der Kommandobrücke angebracht, und der Draht von der äusseren Rolle der Lotmaschine wieder nach oben über eine am Ausleger befindliche Rolle geführt; von dieser aus ging der Draht in See. Auf dem Podest stehend, konnte der Lotgast alsdann Gewicht und Instrumente auch bei schwerer See sicher anbringen und wieder einnehmen. Für die beim Loten häufiger gebrauchten Instrumente war unmittelbar neben der Lotmaschine ein Schrank eingebaut — eine Einrichtung, die sich sehr bewährt hat.

Die L u c a s - L o t m a s c h i n e *), mit elektrischem Antrieb versehen, gestattet ein schnelleres Arbeiten wie die Sigsbee-Maschine. Zu Beginn der Lotungsarbeiten wurde abwechselnd mit der Sigsbee- und Lucas-Maschine gearbeitet. Da sich aber alle Verluste an Draht und Instrumenten nur beim Loten mit der Lucas-Maschine ereigneten, so erschien es im Interesse der Arbeiten geboten, sich auf den Gebrauch der Sigsbee-Maschine zu beschränken. Die Gründe für die Verluste beim Gebrauch der Lucas-Maschine sind zum Teil vielleicht auf nicht genügendes Einarbeiten mit der Maschine zurückzuführen, da die Erprobung der Spannung der Federn und die Regulierung der Bremse etwas diffiziler ist wie bei der anderen Maschine. Ein wichtiger Umstand ist aber, dass der Lotdraht auf der grösseren Trommel der Sigsbee-Maschine entschieden besser aufliegt wie bei der Lucas-Maschine. Trotzdem der Draht mit allen Vorsichtsmassregeln und unter möglichst grosser Spannung auf die Trommel gebracht worden war, ergaben sich mehrfach Schwierigkeiten der Art, dass der Draht beim Fieren unklar kam und dann leicht brach. Die auf „Planet“ gesammelten Erfahrungen sind zu gering, um ein abschliessendes Urteil fällen zu können; es ist möglich, dass man bei grösserer Vertrautheit mit der Lucas-Maschine eben so sicher wie mit der Sigsbee-Maschine lotet — allerdings findet man auch bei den Kabeldampfern recht häufig die Notiz: „x Meter Draht und Instrumente verloren“.

2. Der Lotdraht und die beim Loten gebrauchten Instrumente.

Zum Loten wurde Klaviersaitendraht von 0,8 und 0,9 mm Durchmesser benutzt, dessen Bruchfestigkeit etwa 300 kg pro qmm betrug. Der Draht wurde von M. Poehlmann-Nürnberg bezogen. Die Gesamtmenge betrug etwa 25 000 m; im Verlauf der Reise wurden noch

*) Eine Beschreibung der Maschine nebst Zeichnung gibt A. Stehr in „Deutsche Südpolar-Expedition“, Bd. I, H. 1, S. 66 (mit Abbildung).

10 000 m Draht nachbestellt. Die Qualität des Drahtes ist vorzüglich gewesen. Als Beispiele seien angeführt, dass in einem Falle die im Boden festsitzende Schlammröhre aus der Lotspindel ausbrach, ohne dass der Draht riss, und dass in einem anderen Falle das Lotgewicht aus 8500 m Tiefe wieder mit hoch gebracht wurde. Die Beanspruchung auf Zug überschritt in diesen Fällen das ablesbare Maximum von 250 kg; Bedingung für das Gelingen einer solchen Lotung ist sehr langsames Einhieven des Drahtes unter steter Beobachtung der Skala, an welcher der ausgeübte Zug durch die Stellung des Schlittens abgelesen werden kann*).

Die zu unterst auf der Lottrommel befindlichen 4000 m Draht hatten 0,9 mm Durchmesser, die darüber liegenden 0,8 mm; die Verbindung geschah durch einen etwa 1 m langen Spliss, dessen Enden mit feinem Draht umwickelt und mit Bleilot umkleidet waren. Das Verfahren bewährte sich sehr gut, die Splissung lief glatt aus und brach nie. Für die praktische Ausführung finden sich Darlegungen im Teil Ozeanographie der ,,Valdivia"-Expedition und im I. Band (Technik) der Deutschen Südpolar-Expedition.

Am Ende des Lotdrahtes ist ein hanfener Vorläufer von m i n d e s t e n s 20 m L ä n g e anzubringen, um Kinkenbildung bei der Grundberührung zu vermeiden. Die Verbindung zwischen Draht und Vorläufer wird praktisch so hergestellt, dass das Ende des Drahtes zu einem Auge zusammensplisst und in dieses Auge der Vorläufer eingesplisst wird, die Verbindung muss glatt über das Zählrad und die Rollen herübergehen. Der Draht wird vor dem nassen Vorläufer beim Einwinden durch ein Stück Segeltuch geschützt, welches zwischen Vorläufer und Draht über die Lottrommel gelegt wird. Die Konservierung des Drahtes erfolgt nach dem Entfernen des Seewassers durch Marsöl oder Schweinefett, welches ausserdem nach beendigter Lotung dick mit dem Pinsel auf die Drahttrommel aufgetragen wird.

Die untersten 100 m des Lotdrahtes werden mit Vorteil nach allen 20 bis 30 Lotungen abgeschnitten, da ein Bruch des Drahtes meist in diesem Teil, welcher am leichtesten einer Schwächung durch Rost- oder Kinkenbildung ausgesetzt ist, erfolgt; auch nach längerer Ausserdienststellung der Maschine ist es der Vorsicht halber besser, einige 100 m Draht abzuschneiden.

An Lotgewichten waren auf ,,Planet" Gewichte von 15 und 25—28 kg vorhanden; mit den Gewichten von 15 kg kann man mit guter Grundberührung bis zu 2000 m Tiefe loten, bei grösseren Tiefen nimmt man die grösseren Gewichte. Bei Tiefen über 6000 m war die Grundberührung auch mit den grösseren Gewichten zuweilen schwer zu erkennen, und es würde zweckmässig sein, für Tiefen von 6000 bis 9000 m Gewichte von etwa 35 kg Gewicht an Bord zu haben. Neue Gewichte wurden in Durban und Colombo von den Werften beschafft.

Als beste Vorrichtung zum Aufhängen des Lotgewichtes bewährte sich die Sigsbeesche Lotspindel (siehe Tafel 2), mit der ,,Planet" im Gegensatz zu der Deutschen Südpolar-Expedition**) stets zufrieden gewesen ist. Ein Versagen der Federn ist nur einmal passiert. Der Unterschied liegt wahrscheinlich im Material, aus dem die Federn hergestellt worden sind. Die Spindeln sowie eine Reihe anderer Instrumente wurden von dem Mechaniker der Deutschen Seewarte, Herrn Seemann, angefertigt.

Ausser diesen Sigsbee-Lotspindeln standen eine Anzahl Lotspindeln zur Verfügung, wie sie von dem Kabeldampfer ,,von Podbielski" gebraucht worden sind***). Der Abfall des Lotgewichtes erfolgt auch hier durch Federauslösung bei Aufstossen des Lotkörpers, die Spindel

*) Vergleiche Schott in ,,Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer ,,Valdivia", Bd. I, Ozeanographie, Kapitel 1, 2 und 4.

**) A. a. O. S. 70 (hier findet sich auch genaue Beschreibung und Zeichnung der Lotspindel).

***) Skizze in Annalen der Hydrographie etc. 1902. S. 517.

dass gerade dann, wenn Instrumente am Lotdraht angebracht wurden, die Grundberührung undeutlich war, so dass dieser brach, während im anderen Falle nur selten ein Bruch zu beklagen war.

3. Die Technik des Lotens.

Obwohl das meiste hierüber sowohl in obigen Ausführungen wie im „Valdivia"-Werk enthalten ist, so seien die Hauptpunkte als Anleitung hier nochmals kurz zusammengestellt:

1. Vor Beginn der Lotung sind die Instrumente, die mit hinuntergegeben werden sollen, von dem Leiter der Lotung auf ihre Funktionsfähigkeit zu untersuchen; das Zählwerk muss auf Null gestellt sein, oder es ist die Anfangsstellung desselben zu notieren. Die Schlammröhre ist anzuschärfen und mit einer Talg- bezw. Seifenschicht unten zu belegen.
2. Bei Beginn der Lotung ist die Bremse anzuziehen und alsdann so zu lockern, dass 100 m Draht in 35 bis 40 Sekunden auslaufen; ist diese Geschwindigkeit erreicht, so kann die Bremse festgelegt werden. Holt das Schiff stark über, muss durch Fussbremse oder Steifholen des Drahtes mittels Führungshaken eine Ringelung des Drahtes in Buchten vermieden werden.
3. Während der Lotung ist die Zeit für jede 100 m Drahtauslauf unter Beobachtung des Zählwerks zu notieren und anzusagen, sowie stetig die Stellung des Schlittens und der Auslauf des Drahtes zu beobachten, um bei der Grundberührung sofort die Trommel durch den Stopper feststellen zu können.
4. Nach der Grundberührung muss je nach der erhaltenen Tiefe eine grössere oder kleinere Zeit zur Anpassung des Thermometers an die Temperatur der Umgebung mit dem Hieven gewartet werden; dieses selbst darf beim Beginn nur ganz langsam geschehen, um den Draht beim Herausziehen der Schlammröhre nicht zu stark zu beanspruchen.
5. Während des Hievens ist durch einen Mann der Draht einzufetten, nachdem er vorher zur Entfernung des Wassers durch einen Lappen geführt ist, ein anderer Lotgast besorgt die Führung des Drahtes auf die Trommel mittels eines mit Leder bezogenen Rundholzes. Die letzten 200 m sind langsam einzuhieven, um den Vorlauf mit den Instrumenten sicher einnehmen zu können. Ist letzterer unter das Schiff geraten, so muss das Einhieven unterbrochen werden.
6. Sind die Instrumente hoch, so ist das Thermometer abzulesen und seine Nummer zu notieren, Schlammprobe und eventl. Bodenwasser zu entnehmen und zu bezeichnen. Alsdann sind sämtliche Instrumente mit Süsswasser zu reinigen (Schlammröhre mit Dampfspritze).
7. Vor Beginn der Lotung wurde das Schiff so gelegt, dass der Wind etwa 1 Strich von Backbord einkam. Durch Vor- und Rückwärtsgehen mit der betreffenden Schraube wurde leicht der Draht auf- und niedergehalten. War der Wind sehr stark, so wurde das Schiff wohl auch recht auf den Wind gelegt und ständig etwas vorausgegangen. Nach einiger Erfahrung gelang es fast stets, den Abtriftwinkel klein zu halten. Es kommen zuweilen durch Unterströmungen auch schwierigere Fälle vor, wo das Schiff anders gelegt werden muss, doch dies muss in jedem Falle einzeln ausprobiert werden.

Nach der Lotung wurde das Schiff mehr und mehr dwars zum Winde gelegt, um so zu verhüten, dass der jetzt weniger beschwerte Draht beim Einhieven unter den Kiel geriet. Für die Serienmessungen gilt dasselbe wie für die Lotungen, nur dass hier, da die Heisstrommel an Steuerbord stand, der Wind etwas von Steuerbord ein genommen wurde.

4. Die ozeanographische Heisstrommel.

Um Wasserproben aus den verschiedensten Schichten des Meeres heraufzuholen, genügt nicht der relativ schwache Draht, der zum Loten benutzt wird, da die Beanspruchung auf Zug beim Aufholen der grösseren Wasserschöpfer leicht zu gross werden würde. (Beim Loten ist die geringe Stärke des Drahtes Bedingung, da sonst die Grundberührung nicht deutlich zu erkennen sein würde.) Man benutzt daher gewöhnlich zum Heruntergeben der Wasserschöpfer und Thermometer eine verzinkte Stahldrahtlitze, welche aus einer Anzahl von dünnen Drähten zusammengedreht ist. Für den ,,Planet" wurde eine Litze gewählt, welche von Felten & Guilleaume, Lahmeyerwerke in Mülheim a. Rhein, geliefert worden ist; sie hat sich ausgezeichnet bewährt. Im ganzen wurden 4500 m beschafft, von denen die zu unterst auf der Trommel liegenden 2500 m aus 19 Drähten (Durchmesser 3,0 mm, Bruchfestigkeit 1050 kg), die darüber liegenden 2000 m nur aus 12 Drähten (Durchmesser 2,5 mm, Bruchfestigkeit 600 kg) bestanden, da diese letzteren nicht so stark beansprucht wurden. Nach den Erfahrungen auf ,,Planet" war die Litze für die auftretende Beanspruchung etwas stark gewählt; man wird mit 2,5 mm starker Litze allein auch hinreichende Sicherheit gegen Bruch haben. Zum Auffangen der Stösse bei plötzlichem Überholen des Schiffes war die Führungsrolle am Davit in Federn aufgehängt. Da die Beschaffung derselben manchmal schwer ist, so sei erwähnt, dass sich hierzu die als ,,Pferdeschoner" im Handel befindlichen Federn eignen, welche oben und unten durch einen schmiedeeisernen Ring verbunden werden.

Die Drahtlitze befand sich auf der ozeanographischen Heisstrommel, welche eigens für die ozeanographischen Arbeiten auf dem ,,Planet" gebaut war (siehe Abbildung Tafel 1). Die Maschine war entschieden in zu grossen äusseren Dimensionen gehalten. Der Trommeldurchmesser betrug 1,15 m, jedoch war die Trommel nur einseitig gelagert, sodass, wenn mit grösserer Geschwindigkeit wie 100 m pro Minute zu hieven oder fieren versucht wurde, sowohl Maschine wie Deck in so starke Vibrationen gerieten, dass der Gang verlangsamt werden musste. Der Draht lief über eine Führungsrolle, welche der Windentrommel vorgelagert und mit der Welle, auf der sie in achsialer Richtung sich verschieben konnte, durch Nut und Feder verbunden war, um zu bewirken, dass die Welle dieselben Umdrehungen machte, wie die Rolle. Diese hatte eine Führungsnute und besass einen Umfang von genau 1 m, sodass ein auf der Welle sitzendes Zählwerk die abgelaufene Länge der Drahtlitze abzulesen gestattete. Auch die obere Rolle am Davit war mit einem Zählwerk verbunden, welches im Anfang der Reise stets mit abgelesen wurde, um die Angaben des unteren Zählwerkes zu kontrollieren; beide zeigten stets gute Übereinstimmung. Die Verteilung des Drahtes auf der grossen Trommel geschah auf maschinellem Wege.

Der Antrieb der Maschine erfolgte durch eine kleine mit der Trommel verbundene Dampfmaschine, jedoch ist ein elektrischer Antrieb vorzuziehen, da die Maschine zusammen mit der Trommel sehr geräuschvoll arbeitete, und ein langsames Angehen nur schwer zu erreichen war. Da der Vibrationen wegen nicht schneller wie 100 m pro Minute gehievt oder gefiert werden konnte, so beanspruchte demnach eine Wasserentnahme aus 1500 m Tiefe etwa 40 Minuten Zeit; die Instrumente wurden zur Anpassung an die Temperatur mindestens 7 Minuten in der betreffenden Tiefenschicht gelassen, das Fallgewicht gebrauchte für 1500 m 6 Minuten Laufzeit. Infolge der relativ grossen Zeit, welche die Entnahme von Wasserproben aus Schichten über 1500 m Tiefe in Anspruch nahm (3000 m dauerten ungefähr 1½ Stunden), wurde nur selten auf grössere Tiefen mit den Instrumenten hinuntergegangen, auch zeigten diese grösseren Tiefen solch gleichförmige Verhältnisse, dass die intensivere Erforschung der oberen Schichten als ergebnisreicher vorzuziehen war.

5. Die an der Heisstrommel benutzten Wasserschöpfer und Thermometer.

Neben den Sigsbee-Wasserschöpfern war S. M. S. „Planet" mit zwei Schöpfern nach Pettersson-Nansen (bezogen von L. M. Ericson & Co., Stockholm) und einem Schöpfer nach Krümmel (bezogen von Zwickert in Kiel) ausgerüstet (siehe Abbildungen Tafel 3). Ursprünglich war beabsichtigt worden, in der Hauptsache mit dem Pettersson-Schöpfer, welcher gegen die Temperaturänderungen durch mehrere Innenzylinder, deren Zwischenräume sich gleichfalls mit Wasser füllen, geschützt ist, zu arbeiten, jedoch stellte sich heraus, dass das Wasser des innersten Zylinders, welcher einen Inhalt von nur 467 ccm hatte, nicht ausreichte, um die verschiedenen Proben für die Gasuntersuchungen zu erhalten. Es wurde daher meist mit dem Krümmel-Schöpfer gearbeitet, nachdem vorher vergleichende Sauerstoff-Bestimmungen aus 1000 m Tiefe ergeben hatten, dass beide Wasserschöpfer auf $^1/_{10}$ ccm genau denselben Betrag an Sauerstoff ergaben, der Einfluss der Erwärmung beim Krümmel-Schöpfer also nicht zu einer Veränderung der im Tiefenwasser enthaltenen Gasmenge in der zum Heraufholen notwendigen Zeit Anlass gab.

Sowohl der Krümmel- wie der Pettersson-Schöpfer waren beide nur durch Fallgewichte auszulösen. Wenn man hierdurch auch gezwungen war, zur Erlangung jeder Wasserprobe gesondert in die Tiefe zu gehen, und nicht durch einen Schöpfzug mehrere Proben aus verschiedenen Tiefen zu gleicher Zeit erhalten konnte, wie bei den Wasserschöpfern mit Propeller-Verschluss, so gewährt die Fallgewichts-Methode dagegen einen grossen Vorteil: die Gewissheit der Auslösung des Wasserschöpfers in der gewollten Tiefe. Diese Gewissheit gibt der Propeller-Verschluss nicht. Dies beruht auf zwei Ursachen: Einerseits gebraucht der Propeller eine gewisse Zeit zum Auslösen, welche abhängig ist von der Geschwindigkeit des Hievens (indem bei schnellerem Hieven die Auslösung auf kleinerer Wegstrecke erfolgt wie beim langsamen Hieven), von der Reibung des Propellers und der Stellung seiner Flügel. Auch wenn alle Sorgfalt geübt wird, so wird namentlich bei schwerem Wetter und beim Reinigen der Instrumente leicht hierin eine Änderung eintreten, was alsdann zur Folge hat, dass die zur Auslösung notwendige Zeit verlängert wird, der Schöpfer also nicht genau aus der beabsichtigten Tiefe Wasser herauffördert. Aber noch ein anderer Umstand kann auf den Schluss des Schöpfers durch Propeller verderblich einwirken. Um die Drahtlitze, an der der Schöpfer befestigt ist, zum Schiff auf und nieder zu halten, ist es meist notwendig, dass mit dem Schiff manövriert werden muss, oft mehr, oft weniger. Hierbei wird es sich zuweilen nicht vermeiden lassen, dass der Schöpfer durch das Wasser gezogen wird und dass durch den hierbei auftretenden Druck des Wassers auf den Propeller die Auslösung früher erfolgt, wie beabsichtigt ist, dass das Wasser also aus einer höheren Schicht stammt, als angenommen wird.

Aus diesen Gründen erscheint es notwendig, den Propellerverschluss bei den Serienbestimmungen bis 1000 m Tiefe nach Möglichkeit zu vermeiden; bei dem Schöpfer am Lot wird man einerseits wegen der grossen Tiefen nicht gern Fallgewichte nehmen, andererseits wird hier ein etwas späteres Schliessen keine nennenswerten Irrtümer herbeiführen, da die Salzgehaltsverteilung in den grossen Tiefen auf hunderte von Metern sehr gleichförmig ist.

Eine genaue Beschreibung des Pettersson-Nansen-Schöpfers in seiner neuesten Form mit Zeichnung gibt V. Walfried Ekman*), welcher auch den abkühlenden Einfluss der Druckverminderung beim Aufholen auf das Wasser im Schöpfer diskutiert. Die Werte hierfür können aus einem Diagramm entnommen werden; die Abkühlung geht bis 0,2° bei Tiefen bis zu 1000 m. Über die Isolierung sind auch verschiedene Versuche gemacht worden, welche

*) Publications de circonstance, No. 23, 1905.

ergaben, dass die Isolierung für 8 bis 9 Minuten ausreicht, dass die Erwärmung durch Leitung erst sehr gering ist, um dann nach einer bestimmten Zeit schnell fortzuschreiten.

Obgleich auf „Planet“ der Schöpfer wegen seines zu geringen Inhaltes nur selten benutzt worden ist, so konnten doch einige Vergleiche zwischen Innen- und Aussenthermometer gewonnen werden.

Vergleichstabelle zwischen Innen- und Kipp-Thermometer.

Station	Tiefe	Innen-Therm. C°	Kipp-Therm. C°	Differenz C°	Oberfl.-Temp. C°	Bemerkungen
No. 6	400	13.4	13.2	0.2	17.8	
„ 6	800	9.98	10.0	— 0.02	17.8	
„ 7	800	8.5	8.4	0.1	19.7	
„ 7	1000	7.3	7.2	0.1	19.7	Bei Station 248 und 250 wurden nach der 1. Ablesung einige weitere Ablesungen gemacht zwecks Prüfung der Isolation.
„ 11	800	5.25	5.5	— 0.25	27.8	
„ 21	100	17.35	17.45	— 0.10	27.8	
„ 21	400	8.5	8.0	0.5	27.8	Es ergab sich:
„ 248	400	7.2	7.2	0.0	27.4	Nach 2½ min: 7°.3 „ 4 „ 7°.4
„ 248	1000	4.5	4.5	0.0	27.4	„ 3 „ 5°.0 „ 5 „ 5°.5 „ 8 „ 6°.0
„ 250	400	8.0	8.0	0.0	27.2	„ 3 „ 8°.1

Die zwischen Innen- und Kipp-Thermometer auftretenden Differenzen erreichen in einem Fall 0.5°, in den übrigen Fällen nur die Hälfte 0.25° und sind zum Teil gleich Null. Da sie sowohl nach der positiven wie negativen Seite liegen, so ist anzunehmen, dass sie zum Teil bedingt sind durch die Kipp-Thermometer, dass sich also die Isolierung auch in den tropischen Gewässern bewährt. Allerdings ist Bedingung, dass der Wasserschöpfer schnell aufgeholt und das Thermometer sofort abgelesen wird, wie die Ablesungen, welche einige Minuten nach dem Aufholen des Schöpfers bei Station 248 gemacht wurden, ergeben. Die um 0.5° höhere Temperatur des Wassers im Pettersson-Schöpfer bei Station 21 ist schwer zu erklären; es liegt jedoch die Möglichkeit vor, dass das Aufholen des Schöpfers eine Verzögerung erlitten hat, indem der Draht mit dem Schöpfer, kurz ehe letzterer an die Oberfläche kam, unter das Schiff geraten sein kann und es einiger Zeit bedurfte, ehe er frei kam.

Die Kipp-Thermometer, von C. Richter in Berlin geliefert, haben sich meist gut bewährt. Sie waren nach dem vom Internationalen Zentrallaboratorium in Kristiania erprobten Modell angefertigt, nur nicht in $^1/_{10}$ sondern in $^1/_5$ Grad geteilt, da die Skala etwa 30 Grade umfassen musste; die Genauigkeit der Ablesung erstreckte sich daher nur auf $^1/_{20}$°. Die Teilung reichte nach oben bis 27 Grad, was in der hochtemperierten tropischen 100 m-Schicht des Indischen und Stillen Ozeans nicht immer genügte, da hier die Temperatur 27 bis 28° beträgt. Eine genaue Beschreibung der Thermometer nebst Skizze der S-förmigen Erweiterung und Konstruktion der Abreissvorrichtung (siehe Abbildung Tafel 2) gibt V. Ekman*), welcher auch die Fehlerquellen erörtert.

Sämtliche Thermometer wurden zur Ermittelung der Korrektionen von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft; eine Prüfung auf 900 Atmosphären Druck ergab zunächst bei 6 von 9 Thermometern eine Beschädigung der Umhüllungsrohre. Da dieses darauf zurückzuführen war, dass die Umhüllungsrohre evakuiert waren (um eine Beeinflussung der Temperaturangaben infolge der Vermehrung des Druckes in den Tiefenschichten zu vermeiden),

*) A. a. O. S. 23

so wurde auf die Evakuation verzichtet, um eine grössere Haltbarkeit der Thermometer zu erzielen. Dies ist auch erreicht worden, jedoch stellten sich bei einigen Thermometern ringförmige Sprünge an der oberen Kuppe des Umhüllungsrohres ein, sodass sie ausgeschaltet werden mussten. Ein Thermometer, dessen Umhüllungsrohr auf 0.2 Atmosphären evakuiert war, zeigte gegen die anderen nicht evakuierten Thermometer stets um $^1/_{10}$ bis $^3/_{10}$ niedrigere Temperaturen; das Thermometer hatte eine Korrektion von — 0.2°, brachte man diese nicht an, so stimmte es ganz gut mit den anderen Thermometern zusammen. Die Ursache für das eigentümliche Verhalten liess sich nicht ermitteln, wahrscheinlich lag eine Änderung der Korrektion vor, indem der Faden an einer anderen Stelle abriss, wie bei der Prüfung, da die Evakuation des Hüllrohres keine nennenswerten Differenzen ergibt*). Eine nachträgliche Prüfung konnte nicht vorgenommen werden, da das Thermometer verloren ging.

Ein grosser Übelstand ist, dass der abgerissene Faden beim Einstellen des Thermometers nicht stets wieder zurückfliesst, sondern häufig einen Teil im oberen Ende der Capillare zurückbleibt. Wenngleich es durch manuelle Geschicklichkeit gelingt, alles Quecksilber aus der oberen Erweiterung zu entfernen, so ist es doch eine stete unliebsame Verzögerung bei den Arbeiten, kann auch leicht Anlass zu Fehlern geben, wenn der Umstand nicht bemerkt wird. In der Hauptsache ereignete sich dies nur in der Kippvorrichtung beim Krümmel-Schöpfer, bei welcher der Anschlag beim Umkippen sehr hart war; neuerdings ist diese Kippvorrichtung verbessert. Ein Nachfliessen des Quecksilbers aus der S-förmigen Erweiterung wurde niemals bemerkt.

Der Krümmel-Schöpfer (siehe Abbildung Tafel 3) hat sich gut bewährt. Er enthält 3 Liter Wasser, welches unten durch einen Schlauch entnommen wurde; die Röhren zum Entnehmen der Wasserprobe für Gasuntersuchungen wurden nach Abschrauben des oberen Hahnes von oben in den Schöpfer eingeführt. Sehr unangenehm kann es sein, wenn die Federn, welche den Schöpfer offen halten, verbogen sind. Entweder fassen sie alsdann den Schöpfer nicht fest genug, so dass er durch Erschütterungen beim Fieren schon ausgelöst werden kann, oder sie fassen ihn zu fest, sodass das Fallgewicht keine Auslösung bewirkt. Ersteres ereignete sich gleich nach den ersten Stationen, da das schwere Tiefen-Manometer unter den Schöpfer gehängt worden war und die Federn verbogen hatte, doch wurde der Übelstand bald bemerkt und abgeändert. Es ist dann in Zukunft nur das Umgekehrte passiert, dass der Schöpfer nicht geschlossen hoch kam, was einen unangenehmen Zeitverlust zur Folge hatte. Als praktisch würde sich die Anbringung der Aufhängungs- und Auslösungsvorrichtung des Pettersson-Schöpfers am Krümmel-Schöpfer empfehlen; sie hat nie versagt.

In den meisten Fällen wurde auf „Planet" so gearbeitet, dass unter den Krümmel-Schöpfer noch ein Kipp-Thermometer mit Propellerauslösung oder ein Maximum-Minimum-Thermometer gehängt wurde, so dass eine Kontrolle einerseits für das richtige Auslösen des Schöpfers, andererseits für das richtige Funktionieren des Thermometers vorhanden war. In den obersten Schichten mit starken Temperatursprüngen gab allerdings das untere Kipp-Thermometer häufig zu hohe Werte, da die Auslösung durch Propeller erst in höheren wärmeren Schichten erfolgte. Diese Kontrolle ist für alle Serienmessungen äusserst wichtig, da auch bei grösster Aufmerksamkeit leicht Fehler vorkommen, und kein unbedingter Verlass auf die Instrumente ist, besonders wenn dieselben, wie auf „Planet", starken Erschütterungen durch die Heissmaschine und die Schiffsschwankungen ausgesetzt sind. Schöpfer und Thermometer wurden stets mindestens 7 Minuten in der betreffenden Tiefe zur Anpassung an deren Temperatur gelassen, ehe sie aufgeholt wurden.

*) Vergleiche Ekman, Publications de circonstance, No. 23, 1905.

6. Registrierendes Tiefsee-Manometer von Schäffer und Budenberg.

Sowohl bei Tiefsee-Lotungen wie auch bei der Entnahme von Wasserproben aus bestimmten Tiefen und bei zoologischen Arbeiten mit dem Netz ist man zur Festlegung der erreichten Tiefe einzig und allein auf die Angaben des Messrades angewiesen, dessen Zählwerk uns die Anzahl der Umdrehungen anzeigt. Während man nun in der Lage ist, das richtige Funktionieren des Zählwerkes und Messrades durch Vergleiche bei Beginn und Schluss der Lotung oder Serie zu kontrollieren, auch den Umfang des Messrades selbst nachzumessen, ist es bedeutend schwieriger festzustellen, wie stark ein durch Abtrift des Schiffes oder durch Strom bedingtes Abweichen des Drahtes von der Senkrechten die wirklich erreichte Tiefe beeinflusst. So ist die Methode des Thomsonschen Patentlotes auf grössere Tiefen nicht anwendbar, da die durch zunehmenden Druck bedingten Volumänderungen in der Tiefe zu gering werden; das Rungsche Universallot scheitert an den Fehlern, welche die Änderung der Temperatur mit der Tiefe bedingt, und der von der „Valdivia"-Expedition probierte Massaysche Zähler erwies sich u. a. nicht genügend widerstandsfähig gegen das feuchte Element, misst auch nur die senkrecht durchlaufenen Tiefen.

Schon die Deutsche Südpolar-Expedition hatte daher für ihre ozeanographischen Arbeiten ein Manometer von Schäffer und Budenberg, auf das die „Valdivia"-Expedition hingewiesen hatte, ausprobiert und ihre Erfahrungen mit dem Instrumente vor Beginn der Ausreise des „Planet" zur Verfügung gestellt. Aus diesen ging hervor, dass sich das mit Zeigerstellung versehene Manometer als zu empfindlich gegen Stoss und Schlag bewiesen hatte. Bei der Verwendung als Gewicht am Pettersson-Schöpfer und an den Netzen bei dem stark rollenden Schiff liessen sich diese Erschütterungen häufig nicht vermeiden und verursachten nichtkontrollierbare Änderungen in der Zeigerstellung. Auf Grund dieser Erfahrungen des „Gauss" konstruierte die Firma Schäffer und Budenberg ein neues Manometer für die Ausreise des „Planet", welches mit Registriervorrichtung versehen ist.

Beschreibung des Instruments

(nach Schäffer & Budenberg, siehe Tafel 4).

Das registrierende Manometer besteht im wesentlichen aus dem Manometerwerk, dem Uhrwerk mit Bulletinscheibe „a" und dem linsenförmigen Metallgehäuse „b", in dem das Instrument hermetisch abgeschlossen ist. Die Wirkungsweise ist nun folgende: Bei geöffnetem Gehäuse „b" und nachdem das Uhrwerk mittels des beigegebenen Schlüssels nach Abheben der Bulletinscheibe „a" aufgezogen ist, wird die Papierscheibe „c", welche mit Druck- und Zeiteinteilung für einmalige Umdrehung in 6 Stunden eingerichtet ist, auf die Bulletinscheibe „a" befestigt und letztere vorsichtig, ohne den Schreibhebel „d" zu beschädigen, auf die Achse des Uhrwerks aufgesteckt. Nachdem die Bulletinscheibe „a" auf die entsprechende Zeit eingestellt ist, wobei die Spitze der Schreibfeder, die mit Anilintinte zu füllen ist, als Zeiger dient, wird die Scheibe durch die auf der Uhrachse befindliche, randrierte Mutter „f" festgestellt und beide Hälften des Metallgehäuses „b" durch die 10 Stück Schrauben mit Vierkantkopf „g" mittels des dazu gehörigen Schlüssels fest abgedichtet. Beim Hinablassen des Apparates in die Tiefe tritt das Wasser durch die Öffnung „h", welche durch Gaze „i" vor dem Eindringen fester Körper geschützt ist, in die durch Kupfereinlage vor dem Rosten geschützte Manometerfeder „k", die sich entsprechend dem stärker werdenden Wasserdruck ausdehnt und diese Bewegung durch geeignete Übertragung dem Schreibhebel „d" übermittelt. Durch diese Bewegung des Schreibhebels „d" und durch die Drehung der Bulletin-

scheibe „a“ zeichnet die Schreibfeder „e“ auf der Papierscheibe „c“ eine Diagrammlinie, welche die jeweilige Meerestiefe in Metern zu entsprechender Zeit angibt.

Die ersten Versuche mit dem Manometer zeitigten keine erfreulichen Resultate, da das Manometer sich als undicht erwies, indem in den Innenraum, wo sich Uhrwerk und Registriertrommel befand, Wasser eindrang. Es wurden nun an Bord Versuche gemacht, durch Schichten von Paraffin, Gummi etc. eine bessere Dichtung zu erzielen, jedoch vergeblich. Ein positives Resultat war jedoch erzielt worden; bei denjenigen Versuchen, wo nur wenig Wasser in das Innere eingedrungen war, hatte sich wenigstens ergeben, dass das Manometer bei auf- und niedersteigendem Draht die verlangte Tiefe richtig anzeigte*). Dafür war aber das Uhrwerk trotz sorgfältigster Trocknung mit Alkohol und Äther reparaturbedürftig geworden, auch war eine der Dichtungsschrauben abgebrochen.

Bei dem zehntägigen Aufenthalt in Colombo gelang es mit Hilfe der dort befindlichen Werft von Walker & Son sowohl das Uhrwerk zu reparieren wie auch bessere Dichtungsringe für das Manometer herzustellen. Die neuen Ringe waren aus Vulkanit und haben sich vorzüglich bewährt.

Die hinter Colombo folgenden Versuche mit dem Manometer wurden mit dem auf der Heisstrommel befindlichen Drahtseil von 3 mm Durchmesser angestellt, da bei dem Lotdraht die Gefahr eine Drahtbruches beim Aufholen zu gross war. Andere Instrumente konnten nicht mit heruntergegeben werden, da die Thermometer längere Zeit, während welcher sich ein konstanter grösserer Drahtwinkel nicht ermöglichen liess, gebrauchen, um sich der Temperatur der Umgebung anzupassen, und bei dem durch Fallgewicht auslösbaren Wasserschöpfer von Krümmel die Federn durch das grosse Gewicht des Manometers verbogen werden.

Übersicht über die mit dem Manometer ausgeführten Versuche.

1. 2. XII. 06. 1. Versuch auf Tiefe von **800 m**.
   Draht bis 400 m auf- und niederzeigend, von 400 m beginnt der Draht erst nach achtern, dann auch nach steuerbord abzutreiben (bezw. das Schiff), bis bei 800 m der Abtriftwinkel **44°** beträgt**). Resultat: Angegebene Tiefe **790 m** (Uhrwerk nicht funktioniert).
   2. Versuch: Registrierfeder versagt.
2. 14. XII. 06. 1. Versuch: Auf Tiefe von **800 m**.
   Draht schon bei 100 m achteraus zeigend, später nach achtern und Steuerbord, bis zum Schluss bei 800 m der Abtriftwinkel **59°** beträgt (das Schiff geht ständig langsame Fahrt voraus). Resultat: **725 m.**
   2. Versuch: Registrierfeder versagt.
3. 3. Versuch: Auf Tiefe von **800 m**.
   Bis 350 m zeigt Draht auf und nieder, dann etwas nach vorn; der Winkel ist bis 550 sehr klein. Alsdann zeigt der Draht nach achteraus und der Winkel beträgt bei 800 m Tiefe **30°**. Resultat: Manometer zeigt Tiefe von **790 m** an (Schiff ist von 500 m an durch Wind abgetrieben).
4. 16. VII. 06. 1. Versuch: auf Tiefe von **800 m**.
   Draht wird durch Schiffsbewegung langsam durchs Wasser gezogen; der Winkel beträgt bei 400 m 13°, bei 600 m 39°, bei 700 m 35°, bei 800 m 23°. Resultat: Manometer zeigt Tiefe von **780 m** an.

---

*) Eine Korrektion für die Drahtlänge bezüglich des Umfanges des Drahtes (Vergl. „Valdivia“-Werk Bd. I, S. 27) wurde nicht angebracht; für 1000 m würde dieselbe bei der Drahtlitze 10 m betragen.

**) Die Winkel (Abweichung des Drahtes von der Senkrechten) wurden mit einem Senkel-Quadrant nach Köppen gemessen.

5. 2. Versuch: Auf Tiefe von **1000 m.** Draht kommt gleich zu Anfang unter das Schiff und erst bei 500 m frei. Schiff wird dann durch Wind abtreiben gelassen; der Abtriftwinkel beträgt bei 600 m ca. 20°, bei 800 m 30°, bei 1000 m **48°**. Resultat: Manometer zeigt Tiefe von **925** bis **950 m** an.
6. 3. Versuch: Auf Tiefe von **800 m.** Schiff wird so gelegt, dass Wind von Steuerbord querein kommt, sodass Schiff stetig abtreibt. Winkel bei 400 m 45°, bei 800 m **57°**. Resultat: Manometer zeigt **690 m** Tiefe an.

Abschliessende Versuche.

7. 1. VIII. 06. 1. Versuch: Auf Tiefe von **1000 m**. Draht möglichst auf und nieder gehalten. Resultat: Manometer zeigt **1000 m** Tiefe an.
8. 2. Versuch: Auf Tiefe von **700 m**. Bis 500 m steht Draht unter kleinem Winkel aus, bei 400 m 10°, bei 500 m 29°, dann bei 660 m auf und nieder, bei 700 m **7°**. Resultat: Manometer zeigt **700 m** an.
9. 3. Versuch: Auf Tiefe von **1200 m.** Draht dauernd unter kleinem Winkel bei 400 m 16°, bei 800 m 21°, bei 1200 m **26°**. Resultat: Manometer zeigt **1175 m** an. (Siehe Diagramm auf Tafel 4.)

Ergebnisse der Versuche.

Es wurde einerseits beabsichtigt, festzustellen, wie gross der Tiefenfehler in der obersten 1000 m-Schicht werden kann, wenn der Draht sehr ungünstig aussteht; diesem Zwecke dienten die Versuche 2, 5, 6, bei welchen der Abtriftwinkel 48 bis 59° betrug*). Es ergibt sich aus den Versuchen, dass der Fehler in der Tiefeneinstellung etwa 10 % beträgt. In Wirklichkeit werden aber die Verhältnisse günstiger liegen, da das Instrument zur Anpassung an die Temperatur 7 bis 10 Minuten in der Tiefe gelassen wird, also der Draht Zeit hat, sich senkrechter zu stellen, während bei diesen Versuchen das Manometer stets sofort nach Erreichung der beabsichtigten Tiefe aufgeholt wurde.

Die Versuche 1, 3, 4, 8 und 9 dienten zur Untersuchung der häufig in der ozeanographischen Praxis vorkommenden Fälle; dass es nämlich nicht gelingt, den Draht auf und nieder zu halten, dass aber ständig darauf hin manövriert wird, den Winkel möglichst klein zu gestalten. Die Versuche ergeben, dass in diesen Fällen der Fehler so gering ist, dass er vernachlässigt werden kann; will man ihn berücksichtigen, so kann man in solchen Fällen 10 bis 20 m Drahtlitze je nach der Tiefe mehr ausgeben.

Versuch 7 diente zur Kontrolle, ob das Manometer die Tiefen mit der genügenden Genauigkeit angab, bezw. ob die Umdrehungen des Messrades die Tiefe richtig registrierten.

Als Schlussfolgerung ergibt sich danach folgendes: Nur wenn das Schiff dauernd stark abtreibt, der auslaufende Draht also dauernd seitlich durch das Wasser gezogen wird, werden bemerkenswerte Fehler auftreten können; in allen anderen Fällen, wo das Schiff immer wieder möglichst senkrecht zum Draht zu bringen versucht wird, wird der Fehler gering sein. Beim Lotdraht werden sich infolge seines geringeren Umfanges gegenüber dem Drahtseil die Verhältnisse günstiger wie bei obigen Versuchen gestalten, indem hier das Bestreben des Gewichts, sich senkrecht zur Ausgabestelle an der Oberfläche zu stellen, bedeutend weniger durch Reibung im Wasser gehindert wird. Es wird also den Lotungen ein ziemlich hoher Genauigkeitsgrad zuzuschreiben sein; als Beispiel sei eine Lotung angeführt, die an ein und derselben Stelle (soweit nicht Vertreiben in Frage kommt) zweimal ausgeführt worden ist.

*) „Planet", welcher mit zwei Schrauben manövrieren konnte, gelang es stets — auch bei ziemlich grober See — bedeutend unter diesem Winkel zu bleiben.

Station 76 9^h Vm: 1473 m,
,, 10^h Vm: 1490 m.

7. Verschiedene Apparate.

Zur Bestimmung der Farbe des Meeres befand sich eine Forelsche Farbenskala an Bord, welche nach den üblichen Vorschriften *) angefertigt war. Die Erfahrungen mit derselben waren keine guten. Schon im Atlantischen Ozean veränderten sich die blauen Töne, auch liefen einzelne der Röhrchen aus, sodass die Beobachtungen aufgegeben werden mussten. In Kapstadt wurde der Versuch gemacht, eine neue Skala an Bord herzustellen, indem neue Röhren und Chemikalien besorgt wurden. Da die Röhren zu dickwandig und die Weite entweder zu klein oder zu gross war, so erwies sich die neue Skala als nicht einwandsfrei, so dass erst von Colombo aus, wo eine neue Farbenskala eintraf, wieder regelmässige Beobachtungen damit gemacht werden konnten. Die Beobachtung der Meeresfarbe mit der Skala stösst auf manche Schwierigkeiten, welche meist durch die Beleuchtung hervorgerufen werden. So ist bei stark bedecktem Himmel die Farbe schwarz-blau, ein um viele Stufen dunkleres Blau, wie in der Skala enthalten ist. Die wirkliche Farbe, ob 1 oder 2°/₀ gelb etc., kann erst festgestellt werden, wenn der Himmel heller geworden ist, auch dann ist zuweilen die Färbung ausgesprochen grau-blau, ein Ton, der in der Skala auch nicht vorhanden ist. Die Feststellung der Farbe geschah gewöhnlich von verschiedenen Punkten des Schiffes aus, je nach Beleuchtung und Bewegung der See.

Die Bestimmung der Durchsichtigkeit des Wassers fand mittels einer Weissblechscheibe von ½ m Durchmesser statt, deren eine Seite weiss gemalt war. Häufig war die Bestimmung nicht möglich, wenn das Schiff zu stark arbeitete, oder die Scheibe zu sehr abgetrieben wurde. Bei bewegter See wird die Sichtigkeit entschieden verringert durch die Schaumbildung an der Oberfläche, auch die Intensität der Beleuchtung ist ohne Zweifel von grossem Einfluss auf die Sichtigkeit der Scheibe.

8. Die Bestimmung des Salzgehalts.

Sämtliche Angaben der Tabellen über Salzgehalt bezw. Dichte des Seewassers beruhen auf Bestimmungen des Chlorgehaltes durch Ausfällen des Chlors mittels Silbernitrat an Bord; aus dem Chlorgehalt wurden alsdann mit Hilfe der Knudsenschen Tabellen **) die Werte für S und σ_t abgeleitet.

Die zur Titrierung notwendige Silberlösung wurde in braunen, 5 Liter enthaltenden Glasflaschen, welche mit einem Gummistopfen verschlossen wurden, angesetzt, indem 186.5 g $Ag\,NO_3$ auf 5 Liter aqua dest. gelöst wurden. Neutrales salpetersaures Silber (puriss. cryst. pro anal.) wurde in abgewogenen Quantitäten pro 5 Liter Lösung von E. Merck in Darmstadt bezogen. An destilliertem Wasser wurden ca. 150 Liter von Kiel mitgenommen; 50 Liter wurden in Kapstadt neu beschafft. Die Beschaffung in Auslandshäfen ist ziemlich schwierig, da meist nur kleine Quantitäten aqua dest. vorhanden sind. Als Indikator wurde neutrales chromsaures Kali benutzt (ca. 10 g auf 100 ccm Wasser). Die mit Rundteilung versehenen Büretten wurden von der Präzisionswerkstatt C. Richter in Berlin geliefert; benutzt wurden zweierlei Formen. Einerseits ein Modell nach Knudsen, bei welcher der Nullpunkt der Bürette durch einen Hahn mit mehrfacher Bohrung hergestellt wird, andererseits eine Form, bei welcher die Bürette oben in eine Capillare ausläuft, deren Ende den Nullpunkt bezeichnet. Beide

*) Vergl. Forel, Le Leman II, S. 464; Krümmel, Geophysikalische Beobachtungen, S. 92.
**) Hydrographische Tabellen, Kopenhagen und Hamburg 1901.

Formen haben sich bewährt. Die Silberlösung gelangte aus einer braunen Woulffschen 2 Liter-Flasche, welche sich ca. 1 m oberhalb des Arbeitstisches in einem starr mit der Wand verbundenen Holzkasten befand, durch Glasröhren zur Bürette, so dass die Füllung der Bürette durch einfaches Öffnen des zwischengeschalteten Hahnes geschehen konnte. Da das die Bürette tragende Stativ fest mit dem Tisch verschraubt war, so war eine Störung durch Schiffsbewegungen ausgeschlossen; auch waren dieserhalben am Arbeitstisch die verschiedenartigsten Vorrichtungen getroffen, um Gläser und Flaschen festzustellen — eine Einrichtung, welche wochenlanges Zusammenarbeiten mit dem Tischler bedingte, dafür aber auch bei den stärksten Schiffsbewegungen die Ausführung der Untersuchungen gestattete.

Das zu untersuchende Seewasser wurde mit der Knudsenschen Pipette, nachdem erst zwei- bis dreimal angesogen worden war, entnommen und 2—3 Tropfen chromsaures Kali zugesetzt als Indikator; alsdann wurde Silbernitrat unter ständigem Umrühren zugeführt, bis der Farbenumschlag eintrat. Hielt sich dieser nach etwa 15 Sekunden langem fortgesetztem Umrühren, so war die Untersuchung beendet. Zu Beginn und zum Schluss jeder Untersuchungsreihe wurde zur Bestimmung der Korrektion der Silberlösung einmal Normalwasser titriert, von dem dankenswerter Weise das Zentral-Laboratorium für die internationale Meeresforschung in Kristiania 40 eingeschmolzene Proben zur Verfügung gestellt hatte. Die Proben, welche etwa 250 ccm umfassten, wurden im Anfang nach der Entnahme in einer mit eingeschliffenem Glasstöpsel versehenen Flasche aufbewahrt. Da sich aber zeigte, dass in längeren Zwischenräumen die Konzentration des Normalwassers sich veränderte, so wurde ein Verschluss mit Gummistopfen probiert, welcher sich auch vorzüglich bewährte. — Es wird für notwendig gehalten, hier auch scheinbare Kleinigkeiten zu erwähnen, da sie zu Fehlerquellen Anlass geben könnten, und in der Literatur eine diesbezügliche Anleitung bislang dem Bearbeiter nicht aufgestossen ist.

Die Genauigkeit der einzelnen Bestimmungen wurde von Zeit zu Zeit festgestellt, indem schon titrierte Proben nach einigen Tagen nochmals bestimmt wurden — zuweilen unter Zugrundelegung einer neu angesetzten Silberlösung oder einer neu geöffneten Probe Normalwasser. Es ergibt sich aus den Vergleichen, dass im allgemeinen die Abweichung bloss $^2/_{100}$ pro mil Salzgehalt beträgt; nur in vereinzelten Fällen ging die Abweichung darüber hinaus. Mögliche Fehlerquellen sind Verschiedenheiten in der Auslaufsgeschwindigkeit der Silberlösung aus der Bürette, welche dadurch ziemlich ausgeschaltet werden, dass stets dieselbe Persönlichkeit titriert; ferner die Beleuchtung des Arbeitsplatzes in bezug auf die Feststellung des Farbenumschlags. (Dieser war auf „Planet" schwieriger festzustellen, wenn Sonnensegel gesetzt waren, die den Arbeitsraum ein Dämmerlicht gaben.) Die Veränderung der in der Woulffschen Flasche befindlichen Silberlösung war, auch in grösseren Zeiträumen, nur gering; meist lag sie innerhalb der Fehlergrenze der Beobachtung.

Zwei beliebige auf der Reise in ½ jährigem Zwischenraum eingeschmolzene Proben Seewasser verschiedener Konzentration wurden zwecks Vergleichung dem Internationalen Meereslaboratorium in Christiania übersandt mit der Bitte um Bestimmung des Chlorgehalts. Die Resultate sind folgende:

Probe vom	Christiania	„Planet" (an Bord)	Differenz
4. V. 06	19.71	19.69‰ Chlor	0.02‰
11. VIII. 06	19.23	19.21‰ „	0.02‰

Da diese Abweichungen innerhalb des Beobachtungsfehlers liegen, so wurde keine Korrektion an die auf „Planet" bestimmten Werte angebracht.

An Bord S. M. S. „Planet" befanden sich zur Bestimmung des spezifischen Gewichts auch 3 Aräometersätze, von Küchler & Söhne in Ilmenau geliefert. Zu Beginn der Reise wurden eine

Anzahl Vergleiche gemacht, indem aus derselben Wasserprobe einerseits ϱ 17.5 mittels des grossen oder mittleren Aräometersatzes unter den üblichen von Krümmel beschriebenen Vorsichtsmassregeln bestimmt, andererseits der Chlorgehalt mittels Titration ermittelt und hieraus ϱ 17.5 berechnet wurde. Da die Vergleichungen in Übereinstimmung mit den Erfahrungen von v. Drygalski*) trotz sorgfältigster Handhabung der Aräometer (Schlingertisch etc.) stetig zu hohe Werte der Aräometer-Bestimmung (bis zu 3 Einheiten der vierten Dezimale) ergaben, so wurden sämtliche Wasserproben in Zukunft nur titriert. Eine Reihe von Vergleichungen gegen Schluss der Reise zeigt ähnliche Abweichungen der Aräometerbestimmungen, welche keineswegs konstant, auch nicht auf Instrumentalkorrektion zurückzuführen sind, da die Instrumente vorher von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft wurden.

Aräometer-Vergleiche.

Datum 1906	Aräometer-Satz	ϱ 17.5	Aus S berechnet	Differenz
22. I., 8a	mittel	25 · 29	25 · 11	0 · 18
22. I., 8a	gross	25 · 33	25 · 11	0 · 22
22. I., 10a	mittel	25 · 69	25 · 53	0 · 16
22. I., 10a	gross	25 · 69	25 · 53	0 · 16
22. I., 4p	mittel	24 · 73	24 · 56	0 · 17
22. I., 4p	gross	24 · 67	24 · 56	0 · 11
23. I., 8a	mittel	27 · 07	26 · 73	0 · 34
23. I., 8a	gross	26 · 97	26 · 73	0 · 24
23. I., 4p	mittel	26 · 98	26 · 77	0 · 21
23. I., 4p	gross	26 · 86	26 · 77	0 · 09
24. I., 8a	mittel	26 · 74	26 · 55	0 · 19
24. I., 8a	gross	26 · 62	26 · 55	0 · 07
7. XI., 11¼a	mittel	26 · 65	26 · 47	0 · 18
7. XI., 11¾a	,,	26 · 65	26 · 49	0 · 16
7. XI., 5¼p	,,	26 · 65	26 · 49	0 · 16
1907				
5. II., 3p	gross	26 · 54	26 · 37	0 · 27
6. II., 8½a	,,	26 · 51	26 · 31	0 · 20
6. II., 4¼p	,,	26 · 25	26 · 08	0 · 17
7. II., 8½a	,,	25 · 88	25 · 71	0 · 17
15. II., 9½a	,,	26 · 01**)	25 · 93	0 · 08
15. II., 4p	,,	25 · 96**)	25 · 90	0 · 06
16. II., 8a	,,	26 · 07**)	26 · 02	0 · 05
16. II., 4½ p	,,	26 · 20	26 · 15	0 · 05
17. II., 8a	,,	25 · 83	25 · 76	0 · 07

*) Vergl. Veröff. des Inst. für Meeresk., H. 1, Berlin 1902, S. 37.

**) See bewegt.

9. Die Bestimmung der Gase des Meerwassers*).

Um die Methoden der Gasanalyse kennen zu lernen, war der Verfasser vor Beginn der Ausreise auf mehrere Wochen nach Kiel kommandiert, wo das Meereslaboratorium unter Leitung Professor Krümmels ihm die notwendige Anleitung gewährte. Vornehmlich die beiden Chemiker des Institutes, Dr. Ruppin und Dr. Kemnitz, haben ihn in die Methodik eingeführt und auch bei Beschaffung der Ausrüstung unterstützt.

Da die Erfahrungen über die volumetrische Analyse der Gase an Bord selbst noch sehr gering waren, so wurde in das Programm der auf der Reise selbst auszuführenden Arbeiten in erster Linie die Bestimmung des im Meer enthaltenen Sauerstoffs aufgenommen, welche durch die titrimetrische Methode von Winkler sich auch an Bord sicher und exakt ausführen lässt. Nach dieser Methode sind etwa 200 Analysen während der Reise ausgeführt worden, welche unsere Schlüsse über die Gesamtzirkulation des Meeres wesentlich unterstützen.

Für die volumetrische Analyse war ein Apparat mit Unterstützung von Herrn Dr. Ruppin gebaut worden, welcher die Bestimmung des Sauerstoffs und Stickstoffs gestattete; auf die Bestimmung der Kohlensäure an Bord musste verzichtet werden, da sich einerseits alle drei Gase nur mit Schwierigkeit aus einer Probe bestimmen lassen, andererseits auch die Ablesungen bei der Kohlensäure-Bestimmung über einem Quecksilberniveau hätten gemacht werden müssen, welches bei den Bewegungen des Schiffes zu stark gepumpt hätte. Mit dem Apparat sind dann auch eine Anzahl Sauerstoff- und Stickstoff-Bestimmungen gemacht worden; wenn die Zahl nur gering ist, so liegt es sowohl daran, dass der Apparat sehr häufig in Unordnung gewesen ist, als auch die verfügbare Zeit des Ozeanographen, welcher notwendig bei den Arbeiten an der Heisstrommel selbst anwesend sein musste, nur die Entnahme einer Wasserprobe in den Apparat bei jeder Serie gestattete. Die gemachten volumetrischen Analysen sind durch gleichzeitige Sauerstoff-Bestimmungen nach Winkler kontrolliert; letztere sollten ausserdem die Grundlage für die Untersuchung der in evakuierte und sterilisierte Röhren eingeschmolzenen Wasserproben abgeben, welche erst nach der Rückkehr in Deutschland untersucht wurden.

A. Die Bestimmung des Sauerstoffs nach der titrimetrischen Methode von Winkler**) an Bord.

Ein abgemessenes Volumen Wasser wird mit Manganchlorür und Natronlauge im Überschuss versetzt, wobei das entstehende Manganohydroxyd im Verhältnis der vorhandenen Menge Sauerstoff zu Manganihydroxyd oxydiert wird. Durch Zusatz von Salzsäure wird in Gegenwart von Jodkalium eine dem gelösten Sauerstoff äquivalente Menge Jod ausgeschieden, welche mit Natriumthiosulphat-Lösung gemessen wird.

Zur Ausführung der Bestimmungen waren an Bord 30 mit Glasstöpseln versehene nummerierte Flaschen von etwa $1/4$ Liter Inhalt mitgenommen; das Volumen einer jeden einzelnen Flasche war vorher durch Wägung genau ermittelt worden. Das Wasser wurde aus dem Schöpfer mittels Gummischlauch entnommen, welcher so lang war, dass er auf den Boden der Flasche reichte, so dass, wenn das Wasser eine gewisse Zeit übergelaufen war, auf eine völlige Erneuerung des zuerst eingelassenen Wassers gerechnet werden konnte. Alsdann wurde die Flasche sofort im Laboratorium mit den nötigen Reagenzien versehen, geschlossen und durchgeschüttelt. Meist war es nicht möglich, die Jodbestimmung noch an demselben Tage zu machen. Die

*) Siehe auch Kapitel IV über die nach der Rückkehr ausgeführten Bestimmungen des Gasgehaltes.

**) Literatur: Tiemann - Gärtners Handbuch der Untersuchung der Wässer, 4. Aufl., S. 297 u. ff., ferner Bjerum: Meddelelser fra kommissionen for Havundersogelser, Serie: Hydrografi. Bd. I, No. 5, Kopenhagen 1904, sowie Jakobsen ebenda No. 8, Kopenhagen 1905.

Flaschen wurden dann erst am nächsten Tage mit dem Salzsäurezusatz versehen und darauf mit $^1/_{50}$ Normal-Thiosulphat titriert. Letztere Lösung wurde jedesmal neu aus $^1/_5$ Normal-Lösung hergestellt; der Titer der $^1/_5$ Normal-Thiosulfat-Lösung wurde mit einer $^1/_5$ Normal-Jodlösung eingestellt, zu deren Herstellung genaugewogene Mengen jodsaures Kali eingeschmolzen an Bord waren. Die $^1/_5$ Normal-Thiosulfat-Lösung verändert sich nur sehr wenig; trotzdem diese Lösung oft wochenlang stand, blieb der Titer meist unverändert.

Die Bestimmung des Sauerstoffs auf diesem Wege hat sich auf allen Serien-Stationen durchführen lassen, selbst bei den stärksten Schiffsbewegungen gelang es mit Hilfe der auf die chemischen Arbeiten eingedrillten seemännischen Kraft und der im Laboratorium getroffenen Einrichtungen die Reagenzien zuzusetzen. Einigemale haben sich kleine Luftblasen unter den Glasstopfen gesetzt, so dass die Genauigkeit geringer geworden ist, in einigen Fällen ist auch die Jodmenge übertitriert worden. Wenngleich die so entstandenen Fehler keine nennenswerten Werte erreichen, so sind doch die betreffenden Zahlen mit Bemerkungen versehen worden.

Abgesehen von diesen Unregelmässigkeiten hat, wie aus an Bord gemachten vergleichenden Analysen derselben Wasserproben hervorgeht, die erste Dezimale Anspruch auf volle Verlässlichkeit, so dass der Betrag von Sauerstoff, welcher in den Tabellen in ccm pro Liter angegeben ist, auf $^1/_{10}$ ccm als verbürgt angesehen werden kann.

Geringer ist die Übereinstimmung zwischen den titrimetrischen und volumetrischen (siehe den folgenden Abschnitt) Analysen; ich stelle die Resultate hier zusammen unter Fortlassen der offenbar durch Undichtigkeiten oder sonstige Störungen des Gasapparates veranlassten fehlerhaften volumetrischen Messungen.

Sauerstoffmenge in ccm/Liter.

Station	Tiefe	Volumetrisch	Titrimetrisch	Differenz
No. 7	1500	4.29	4.47	— 0.18
„ 30	3000	5.55	5.63	— 0.08
„ 40	3000	5.53	5.47	0.06
„ 73	1000	3.88	4.05	— 0.17
„ 74	1000	3.91	4.01	— 0.10
„ 98	1000	4.47	4.56	— 0.09
„ 120	1000	2.86	2.96	— 0.10
„ 124	1000	2.78	2.70	0.08
„ 127	1000	1.63	1.85	— 0.22
„ 144	1000	0.99	1.11	— 0.12
„ 145	1000	1.23	(1.62)*)	(— 0.39)
„ 158	1000	1.10	1.23	— 0.13
„ 194	1000	2.33	2.45	— 0.12
„ 211	400	3.74	3.81	— 0.07
„ 214	1000	2.30	2.44	— 0.14

Es ergibt sich, dass die volumetrisch gefundenen Sauerstoff-Werte meist um $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ ccm kleiner sind wie die anderen Werte, was sich aus der Schwierigkeit erklären lassen dürfte, auch die letzten Spuren von Luft aus dem zu untersuchenden Wasser auszutreiben**); im allgemeinen ist die Übereinstimmung zufriedenstellend. Die Wasserproben zu den Sauer-

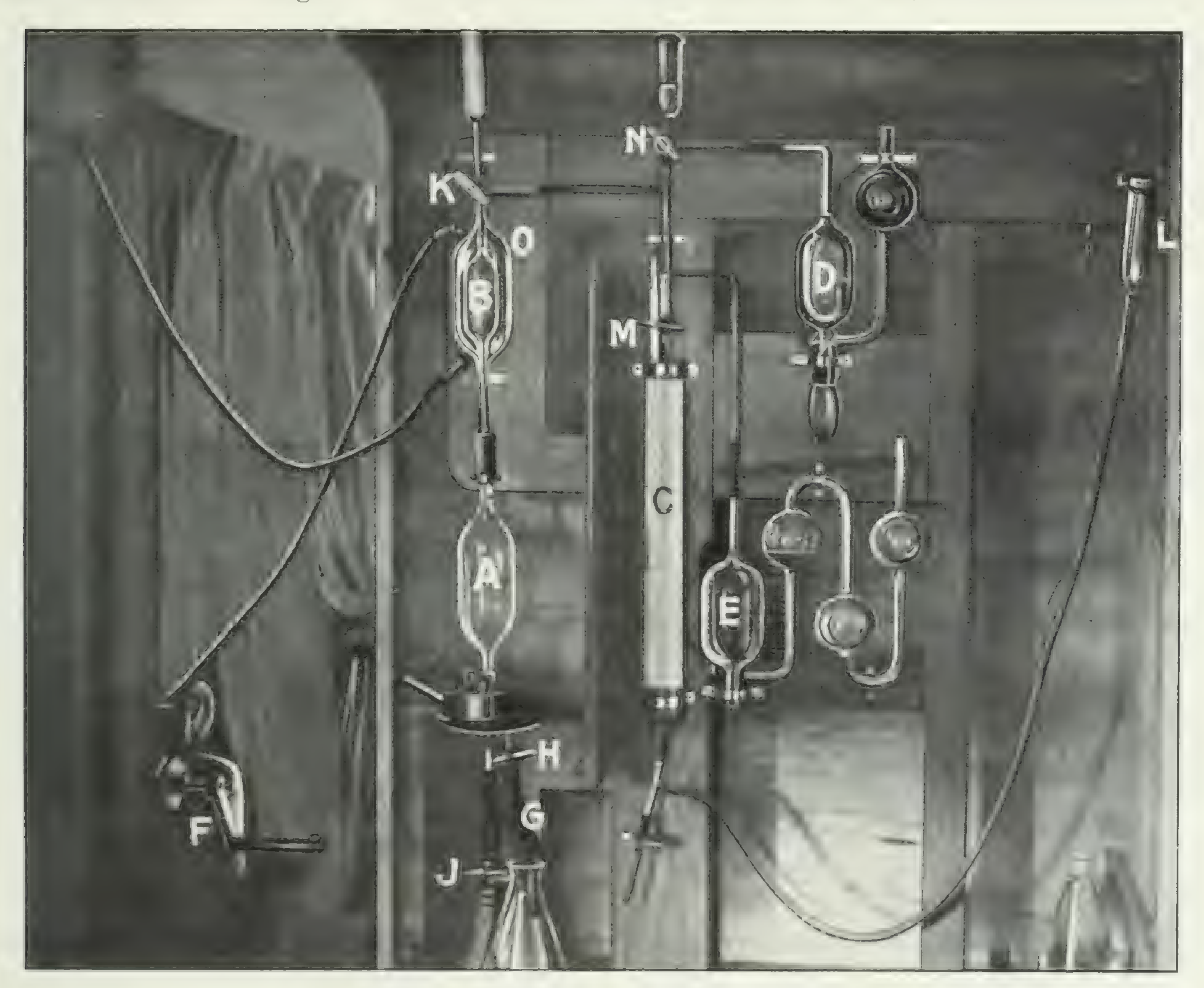
*) Grosse Luftblase in der Flasche.

**) Siehe Tiemann-Gärtner, S. 328.

stoff-Bestimmungen wurden fast stets mittels des Krümmel-Schöpfers gewonnen, da der die Wärme isolierende Pettersson-Schöpfer zu geringen Inhalt hatte. Dass die Änderung der Temperatur im Krümmel-Schöpfer während des Aufholens keinen merkbaren Einfluss auf den Gasgehalt hatte, zeigen die Ergebnisse der Station 24*), bei welcher der Sauerstoffgehalt der 1000 m-Tiefe mittels beider Schöpfer bis auf $^1/_{10}$ ccm gleich bestimmt wurde.

B. Die volumetrische Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff an Bord.

Wenngleich die Ergebnisse der an Bord gemachten volumetrischen Analysen nur in 15 einwandfreien Bestimmungen des Stickstoffs und Sauerstoffs bestehen, so erscheint doch ein



Apparat zur Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff

kurzes Eingehen auf den Apparat erwünscht, da sich derselbe für den Bordgebrauch gut bewährt hat. In der Methode wurde an das Verfahren des Kieler Meereslaboratoriums**) angeschlossen, welches im wesentlichen der von Knudsen bei der „Ingolf"-Expedition geübten Methode gleichkommt, so dass hierauf verwiesen werden kann***).

Der Apparat wurde nach einer von Dr. Ruppin und dem Verf. angefertigten Skizze von der Glasinstrumenten-Fabrik von Gustav Müller in Ilmenau (Thüringen) gebaut. Die zer-

*) S. Karte Reiseweg. Planet Bd. I, Reisebeschreibung.

**) Siehe Ruppin, Beiträge zur Bestimmung der im Meerwasser gelösten Gase. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen der Kieler Kommission, Neue Folge, Bd. 7 und 8, 1903 u. 1904.

***) The Danish Ingolf-Expedition, Vol. II, Hydrography.

brechlichen Glasteile waren auf einem massiven Eichenstativ befestigt, welches seinerseits starr mit dem Schiffskörper verbunden wurde. Die Auf- und Niederbewegung der Quecksilbermenge zwecks Evakuation des Kochgefässes „A“ und Überdrücken der Gase in die Messbürette „C“ geschah durch eine neben dem Apparat angebrachte Winde „F“ welche starr mit dem Schiffskörper verbunden war, so dass auch bei plötzlichem Überholen des Schiffes keine Verletzung des Apparates zu befürchten war.

Die Analyse gestaltete sich folgendermassen:

Nachdem Kochgefäss „A“ und Kühlgefäss „B“ durch Quecksilber luftleer gemacht worden waren, wurde der Schlauch „G“ mit Glasröhre in den Schöpfer eingeführt, durch Öffnen des Hahns „H“ soviel Wasser eingesogen, dass Schlauch und Glasröhre bis zum Hahn „H“ mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt waren, und alsdann die aus dem Schlauch eingetretene Luft aus „A“ und „B“ wieder durch Heben und Senken des Quecksilbers und Öffnen bezw. Schliessen der Hähne „I“ und „K“ entfernt. Jetzt wurde der Hahn „H“ wieder geöffnet und genau 300 ccm Wasser (bezeichnet durch Marken am Kochgefäss) eingesogen. Die Austreibung der Gase (Sauerstoff und Stickstoff) geschah durch Kochen im Vakuum; alle 5 Minuten wurden die im Kühlgefäss „B“ ausgeschiedenen Gase durch den Dreiwegehahn „K“ in die Messbürette „C“ übergedrückt, bis nach 20 Minuten aller Sauerstoff und Stickstoff ausgetrieben war. Die Kühlung von „B“ geschah durch langsames Durchfliessenlassen von Wasser durch das Hüllgefäss „O“. Die Gesamtmenge der in der Messbürette befindlichen Gase wurde durch Heben des Wassergefässes „L“ und Öffnen der Hähne „M“ und „N“ in die Pipette „D“ übergedrückt, wo die in dem Gasgemenge befindliche Kohlensäure durch Kalilauge absorbiert wurde; nach der Absorption wurde der restierende Sauerstoff und Stickstoff wieder in die Messbürette „C“ zurückgesogen und gemessen. Sauerstoff und Stickstoff gelangten alsdann in die Pipette „E“, wo ersterer durch Kupfer in einer Lösung von anderthalbfach kohlensaurem Ammon und Ammoniak schnell absorbiert wurde; der Rest des in die Messbürette zurückgesaugten Gases wurde als Stickstoff angesehen. Die Messbürette ist von einem Hüllrohr umgeben, welches oben und unten mit Gummistopfen verschlossen und mit Wasser gefüllt ist, dessen Temperatur bei jeder Ablesung bestimmt wurde.

Die Berechnung der in einem Liter Wasser bei 0° und 760 mm Druck enthaltenen Menge Sauerstoff und Stickstoff geschah mit Hilfe der Tabellen von Landolt & Börnstein, welche für die hohen Temperaturen in den Tropen erweitert wurden.

Nachdem bei Station 7 im Nordatlantischen Ozean die erste Analyse gelungen war und die Sauerstoffmenge auf titrimetrischem Wege bestimmt nur 0.18 ccm (reduziert auf 1 Liter Wasser) Abweichung zeigte, konnte man sich der Hoffnung hingeben, bei jeder Serie zum Schluss aus einer Wasserprobe Sauerstoff und Stickstoff volumetrisch zu bestimmen. Doch schon bei dem nächsten Versuch scheiterte die Analyse. Ein Hahn hatte sich mit Kalilauge festgesetzt, der Apparat musste zum Teil demontiert werden, und das Resultat langer Bemühungen zur Lösung des Hahnes war, dass der betreffende Glashahn brach. Aber auch dieser Fall war vorgesehen durch Mitnahme einer Anzahl Ersatzstücke; diese passten jedoch in ihren Abmessungen nicht ganz zu den andern, so dass erst nach Wochen schliesslich der Apparat wieder funktionsfähig war. Störungen, bestehend in Undichtigkeiten der Verbindungen, Verstopfen der Capillaren oder der Hahnbohrungen durch kleine Partikelchen des Hahnfettes u. a. m. traten noch häufiger ein und machten viele Mühe zu nichte, jedoch konnte der Hauptzweck schliesslich erfüllt werden, eine Anzahl von Stickstoff-Sauerstoff-Analysen zu gewinnen, deren Richtigkeit durch gleichzeitige titrimetrische Sauerstoffanalysen verbürgt wurde, so dass die Stickstoff-Bestimmungen als Fundament zu den aus den eingeschmolzenen Wasserproben in Deutschland vorzunehmenden Stickstoff-Kohlensäure-Analysen, vorhanden waren.

Zweites Kapitel.

Die Ergebnisse der Tiefseelotungen.

1. Allgemeines.

Auf der Ausreise nach dem Vermessungsgebiet wurden an Bord S. M. S. „Planet" über 200 Tiefseelotungen ausgeführt, denen sich noch etwa 50 auf der Fahrt Matupi—Hongkong anschliessen. Diese Tiefseelotungen zerfallen in 2 Kategorien: Entweder dienten sie in Gebieten, deren Bodenrelief gänzlich unbekannt war, zur ersten Orientierung über die Tiefenverhältnisse in grossen Zügen, ohne dass den Einzelformen des Reliefs weiter nachgegangen werden konnte (Lotungen nördlich von St. Helena, südlich von Afrika, nördlich von Diego Rodriguez), oder sie wurden konzentriert auf Spezialprobleme, wie Verlauf des Walfisch-Rückens, Nachsuche nach Untiefen, Erforschung der grabenförmigen Einsenkungen an den Küsten vom pazifischen Typus u. a. m. Die räumliche und zeitliche Ausdehnung der Lotungsarbeiten war abhängig vom Aktionsradius des Schiffes, welcher nur 20 Tage zu dampfen gestattete, ein Umstand, welcher in einigen Fällen den Arbeiten Beschränkung auferlegte.

Die technische Leitung der Lotungen unterstand dem 1. Offizier, Herrn Kapitänleutnant M ü n d e l, welcher den Verf. auch in tatkräftiger Weise bei den Serienmessungen unterstützte.

In den nachstehenden Lotungstabellen sind Breite und Länge nach dem astronomischen Besteck verbessert gegeben; die erzielten Tiefenmessungen sind mit Ausnahme einiger Lotungen im Atlantischen Ozean sämtlich mit der Sigsbee-Lotmaschine gewonnen worden. Die Temperatur am Boden wurde entweder mittels Maximum-Minimum-Thermometer oder mittels Kipp-Thermometer im Magnaghischen Rahmen mit Propeller-Auslösung bestimmt. Dadurch, dass von Zeit zu Zeit mit den Instrumenten gewechselt wurde, ergab sich eine Kontrolle über die Angaben der einzelnen Thermometer; die Vergleichungen im Südatlantischen Ozean zeigten eine zufriedenstellende Genauigkeit. Wenn auch die Bodentemperaturen bei benachbarten Stationen zuweilen um einige Zehntel abweichen, so ergaben andererseits Thermometer verschiedener Konstruktion oft eine völlige Übereinstimmung bei annähernd gleicher Tiefe, so dass es noch nicht erwiesen scheint, ob die gemessenen Unterschiede von einigen Zehnteln nicht tatsächlich auch in einem anscheinend einheitlichen Gebiet vorhanden sind. Das Wasser zur Bestimmung des Salzgehalts wurde mit dem Sigsbee-Schöpfer heraufgebracht; wurde das Wasser mittels Schöpfer anderer Konstruktion oder aus der Schlammröhre (über der Grundprobe) gewonnen, so finden sich Angaben hierüber unter Bemerkungen. Der Salzgehalt S in $^0/_{00}$ wie die Dichte σ_t wurde nach den Knudsenschen Tabellen berechnet. Alle Werte, welche infolge irgendwelcher Vorkommnisse nach den Beobachtungen des Verfassers während der Ausführung der Lotungen (Versagen der Instrumente, falsche Bedienung derselben etc.) unrichtig erschienen, sind fortgelassen; diejenigen Werte, welche zwar nicht völlig exakt sind, aber doch mit grosser Wahrscheinlichkeit als richtig bezeichnet werden können, wurden eingeklammert oder mit Bemerkungen versehen. Diejenigen Lotungen, bei denen durch Drahtbruch die Lotinstrumente verloren wurden, sind für die Länge des abgerissenen oder verkinkten Lotdrahtes korrigiert und eingeklammert worden, soweit sie nicht wiederholt worden sind.

2. Die von S. M. S. „Planet“ ausgeführten Tiefseelotungen (Kiel bis Hongkong).

(Vergleiche hierzu die Karte: Reiseweg S. M. S. „Planet“. Band I.)

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
						Kiel — Lissabon.					
	1906		N	W							
1	26. I.	8a	46°52′	7°4′	**4610**	—	35.08	—	Blauer Mud.	4	Beim Max.-Min.-Thermometer ist Quecks. üb. d. Stift geschoben; Wasser i. Schöpf. schlammhalt., da Instr. a. Bod. geleg.
2	28. I.	12¼p	41°19′	11°31′	**(3690)**	—	—	—	—	1	Lucas-Masch. prob., Grundberühr. gut. Beim Hieven Vorl. abgerissen, Wassersch. u. Thermom. verloren. Kein Draht verloren.
						Lissabon — Kap Verde'sche Inseln.					
3	4. II.	9a	35°58′	7°54′	**1418**	9.5	—	—	Blauer Ton	5	Sigsbee-Schöpfer stand beim Einholen auf dem Kopf. Schiff holt stark über.
6	8. II.	8a	30°5′	20°45′	**4943**	—	34.88*)	—	Blauer Ton mit vulkanischen Beimengungen	5-6	Erst Lucas-Maschine — 4800 m Draht und Instrumente verloren. Dann Sigsbee-Maschine.
7	10. II.	10a	24°20′	22°37′	**4853**	—	35.01	(27.97)	Blauer Ton mit vulkanischen Beimengungen	4	Schlammprobe zeigt Schichtung.
8	12. II.	6a	19°38′	23°0′	**4060**	2.5	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	4	Zuhaltungsschraube beim Schöpf. nicht geschlossen. — Lotung mit Lucas-Maschine.
						Kap Verde'sche Inseln — Freetown.					
9	19. II.	9¾a	13°16′	23°30′	**4460**	—	—	—	—	3-4	Lot. m. Luc.-Masch. — Draht unklar b. Ablauf. Vorl. u. Instr. (kein Draht) verloren.
10a	20. II.	10a	11°9′	22°8′	**5124**	2.6	34.87	27.84	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	2	Zuhaltungsschraube b. Schöpfer nicht geschlossen.
10b	20. II	1¾p	11°8′	22°4′	**5129**	2.6	34.87	27.84	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	2	Bodenwasser im Schöpfer schlammig.
11	23. II.	6¾a	6°57′	15°15′	**4743**	2.5	34.87	27.85	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	—	Oben äusserst zäher, schwarzer Schlamm, unten gelb-braun, tonig-sandig.
12	23. II.	5½p	7°16′	14°51′	**4226**	2.4	34.96	27.92	—	—	Schlammröhre aus Sigsbee-Lotröhre ausgebrochen. (Vergl. Bemerkung Stat. 11.)

Eine Anzahl von Lotungen auf dem afrikanischen Küstenschelf, meist geringer Tiefe, sind hier nicht aufgeführt, sind jedoch aus der Tafel 5 zu ersehen.

*) Wasser aus der Schlammröhre.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S ‰	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
Freetown — St. Helena.											
	1906		N	W							
13	1. III.	6¼a	7°36′	14°16′	**1980**	(3.6*)	34.92	27.78	—	—	Schlammröhre leer.
14	1. III.	8¼a	7°30′	14°24′	**2897**	(3.0*)	34.96	27.87	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	1	Instrumente mit Planktonnetz verwickelt, durch letzteres abgerissen u. mit ihm hoch gebr.
17	5. III.	10½p	2°2′	5°44′	**5138**	2.2	34.81	27.83	Glob.-Schl., mit vulkanischen Beimengungen	1	—
			S								
19	7. III.	6½a	0°42′	5°10′	**5252**	2.3	34.85	27.84	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	3	—
20	8. III.	7¾a	3°22′	5°2′	**4698**	2.3	34.85	27.84	Radiolarien, Terrigen m. vulk. Beimengungen	3	—
21	9. III.	6a	4°51′	4°53′	**4688**	2.4	34.87	27.85	Glob., Terrigen mit vulk. Beimengungen	3	—
22	10. III.	7a	6°58′	5°22′	**4550**	2.5	34.92	27.89	Glob.-Schl., Terrigen m. vulk. Beimengungen	3	—
23	11. III.	7½p	8°20′	5°30′	**4770**	2.5	34.90	27.88	Glob.-Schl.	3	—
24	12. III.	8p	9°40′	5°48′	**4294**	(2.6)	34.92	27.88	Glob.-Schl.	3	
St. Helena — Kapstadt.											
25	19. III.	1p	16°37′	4°40′	**4920**	2.7	34.88	27.84	Glob.-Schl.	2	Thermometer hatte sich mit Schöpfer verwickelt.
26	20. III.	4p	17°0′	2°40′	**5085**	2.3	34.88	27.86	Glob.-Schl.	2	Kippthermometer No. 766, welches stets etwas niedrig zeigte. Schöpfer-Schraube nicht geschlossen, S. anscheinend gut.
27	21. III.	4p	17°24′	0°13′	**5296**	2.6	34.90	27.87	Glob.-Schl.	—	Kippthermometer 768.
				O							
28	22. III.	5¼p	17°22′	2°15′	**5591**	—	34.85	—	Glob.-Schl.	1	Kippthermometer mit Vorlauf vertörnt.
29	23. III.	5p	19°41′	2°15′	**5539**	2.5	34.94	27.90	Desgl. mit Pteropoden-Nadeln	3	Max.-Min.-Thermometer.
30	24. III.	7p	21°14′	3°30′	**5058**	2.5	34.88	27.86	Glob.-Schl.	2	
31	25. III.	2p	22°11′	5°12′	**4029**	2.5	34.88	27.86	—	4	Schlammröhre leer.

*) Max.-Min.-Therm. hat Luftblase, welche bei Ablesung berücksichtigt ist.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffen-heit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
	1906		S	O							
32	25. III.	12p	22°49′	5°37′	**2644**	2.7	34.90	27.86	Glob.-Schl.	4	—
33	26. III.	$4^1/_2$a	23°0′	5°47′	**2334**	2.9	34.88	27.82	Glob.-Schl.	4	—
34	26. III.	9a	23°9′	5°55′	**2378**	2.5	34.88	27.86	Glob.-Schl.	4	—
35	26. III.	1p	23°23′	6°10′	**2275**	2.9	—	—	Glob.-Schl.	4	—
36	26. III.	5p	23°35′	6°26′	**2493**	2.6	34.88	27.85	Glob.-Schl.	4	—
37	26. III.	9p	23°48′	6°37′	**2854**	2.4	34.88	27.87	Glob.-Schl.	4	—
38	27. III.	$1^1/_2$a	24°0′	6°50′	**2910**	2.6	34.90	27.87	—	4	Schlammröhre leer.
39	27. III.	$6^1/_2$a	24°10′	7°7′	**3301**	2.8	34.92	27.87	—	4	Schlammröhre leer.
40	27. III.	$11^1/_2$a	24°19′	7°25′	**4151**	1.5	34.74	27.82	Glob.-Schl.	4	—
41	27. III	$11^1/_4$p	23°42′	8°9′	**4726**	—	34.74	—	Glob.-Schl.	4	Max.-Min.-Thermometer versagt.
42	28. III.	$5^1/_2$a	23°4′	7°58′	**3401**	—	34.88	—	—	4	Max.-Min.-Thermometer versagt, Schlammröhre leer.
43	28. III.	$11^1/_2$a	22°23′	7°51′	**4545**	1.1	34.72	27.83	Glob. vereinzelte Pteropoden-Nadeln	4	Kippthermometer.
44	28. III.	$4^3/_4$p	22°1′	7°43′	**3037**	2.5	34.90	27.88	—	2	Schlammröhre leer, Schneide beschädigt, Kippthermometer.
45	28. III.	$9^1/_2$p	21°32′	7°53′	**3250**	2.5	34.83	27.82	Glob.-Schl.	4	Monaco-Grundzange leer, in Schöpfer Globig.-Schlamm, Kippthermometer.
46	29. III.	3 a	21°4′	7°58′	(2857)	—	—	—	—	1	Instrumente verloren, da Zählwerk bei Sigsbee-Maschine in Unordnung.
47	29. III.	8 a	20°43′	7°46′	**2802**	2.7	—	—	Glob.-Schl.	2	2500 m Draht u. Instrumente mit Lucas-Maschine verloren — letzt. Sigsbee-Schöpfer! Lotung mit Sigsbee-Masch. wiederholt.
48	29. III.	1 p	20°37′	8°18′	**2508**	2.5	—	—	Glob.-Schl.	2	Max.-Min.-Thermometer.
49	29. III.	6 p	20°48′	8°54′	**2524**	2.8	—	—	—	2	Schlammröhre leer.
50	30. III.	7 a	22°15′	9°30′	**4243**	1.4	—	—	Glob.-Schl.	1	Max.-Min.-Thermometer.
51	30. III.	8 p	23°21′	10°9′	**4184**	1.4	—	—	Glob.-Schl.	2	Max.-Min.-Thermometer.
52	3. IV.	$7^3/_4$a	31°20′	16°0′	**500**	—	—	—	Glob.-Schl. Blauer Mud	1	—

Kapstadt—Durban.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S ‰	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1906		S	O							
53	15. IV.	4 3/4 p	36°14′	18°30′	**3686**	1.8	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	—	Hohe Dünung.
54	17. IV.	8 1/2 a	39°57′	20°7′	**5368**	0.7	—	—	Pteropoden, Radiolarien, Gl.-Schl., vulk.	6	Hohe Dünung, grobe See.
55	18. IV.	4 1/2 p	41°35′	22°10′	**5053**	0.6	—	—	Vulk. Gl.-Schl., Diatomeen, Radiolarien	3	Hohe Dünung, grobe See.
57	19. IV.	5p	43°39′	23°30′	**5008**	0.4	—	—	Vulk. und Glob.-Schl.	4	Hohe Dünung, grobe See.
58	20. IV.	2p	45°42′	25°11′	**5270**	0.3	—	—	—	4	Schlammröhre leer.
59	21. IV.	11a	47°32′	26°50′	**5716**	0.0	—	—	Diatomeen mit vulk. Sand	3	—
60	22. IV.	7a	49°31′	29°16′	**5065**	0.2	—	—	Diatomeen mit vulk. Sand	5	Hoher Seegang, Schiff holt sehr stark über. Drahtwink. 20 bis 30°. Draht springt a. d. Rolle.
61	23. IV.	11a	50°34′	30°41′	**4812**	—	—	—	Diatomeen mit vulk. Sand	7	Aufgewühlte See. Seen kommen über. Gute Grundberührung.
62	24. IV.	7 1/2 a	48°57′	33°10′	**4285**	0.3	—	—	Diatomeen mit vulk. Sand	4	Grobe See mit Schneeböen. Max.-Min.-Thermometer.
63	24. IV.	5p	48°17′	34°30′	**4590**	0.2	34.76	27.92	Diatomeen mit vulk. Sand	5	See ruhiger, Bodenwasser aus Schlammröhre über Grundprobe. Kipp-Thermometer.
64	25. IV.	6 1/2 a	47°27′	36°4′	**3700**	1.0	—	—	—	3	Lotröhre beim Aufholen längere Zeit unter Schiff. Schlammprobe wahrscheinl. ausgefallen.
65	26. IV.	5p	44°22′	32°50′	**4654**	0.6	—	—	Glob.-Schl. und Diatomeen	3	
66	28. IV.	7 1/2 a	42°21′	31°0′	**5445**	0.2	—	—	Diatomeen	4	Keine Grundprobe, jedoch Schlammteile aussen an Röhre.
67	28. IV.	6 1/2 p	41°9′	31°16′	**5400**	0.3	—	—	Diatomeen, Glob.-Schl. und Radiolarien	2	Wasser aus Schlammröhre nicht zu gebrauchen.
68	29. IV.	7a	39°40′	31°43′	**3815**	1.3	—	—	Glob.-Schl.	1	
69	30. IV.	7a	38°15′	32°2′	**4200**	0.9	34.72	27.85	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	Schlammröhre leer. Teilchen aussen an Röhre. Neuer, an Bord konstruiert. Wasserschöpf.
70	1. V.	5 1/2 p	36°38′	32°27′	**4358**	1.4	—	—	Glob.-Schl., spärlich Radiolarien	5	Schlammprobe dünnflüssig, fliesst zum Teil aus.
71	2. V.	5 1/2 p	34°50′	32°0′	**4128**	1.2	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	Max.-Min.- und Kipp-Thermometer, gute Uebereinstimmung.
72	3. V.	5 1/2 p	32°56′	32°13′	**3671**	1.0		—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	2	Max.-Min.- und Kipp-Thermometer. Max.-Min.-Thermometer zeigt zu hoch, da Quecksilberteile zwischen Stift und Wand.

Durban — St. Marie — Mauritius.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
			S	O							
75	15. V.	4p	31°50′	33°36′	**3481**	1.8	34.72	27.78	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	Neuer Wasserschöpfer in Kapstadt gearbeitet; wurde bei Stat. 76 verloren.
76	16. V.	8a	33°2′	35°18′	**1473**	(3.6*)	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	4	Lotung mehrm. wiederh., da zuerst angen. wurde, dass Gew. ohne Grundberührung abgesprungen war.
77	16. V.	2p	33°8′	35°39′	**1372**	—	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	4	Schlamm nur an der Aussenseite der Röhre wie bei Stat. 76.
78	17. V.	8a	34°21′	37°21′	**5258**	—	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl., vulk. Beimeng.	2	Schlamm nur an der Aussenseite der Röhre, wie bei Stat. 76.
79	18. V.	8a	35°50′	39°38′	**5001**	—	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl., vulk. Beimeng.	2	—
80	18. V.	10¼p	36°37′	41°5′	**4716**	0.9	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	Schlamm nur an der Aussenseite der Röhre.
81	19. V.	4½a	36°31′	41°48′	**5400**	0.8	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	—
82	19. V.	5p	36°48′	41°40′	**4899**	—	—	—	Glob.-Schl. und Radiolarien	4	Schiff holt stark über.
83	19. V.	9p	36°40′	41°23′	**5000**	—	—	—	Glob.-Schl. und Radiolarien	4	Schiff holt stark über.
84	20. V.	3½a	36°41′	40°50′	**4880**	—	—	—	—	4	—
85	20. V.	10a	36°20′	41°18′	**4700**	—	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	—
86	21. V.	9½a	33°38′	42°3′	**4500**	—	—	—	Glob.-Schl.	5	—
87	22. V.	10a	31°50′	43°47′	**1775**	2.9	—	—	Glob.-Schl.	4	Schlamm nur an der Aussenseite der Röhre.
88	22. V.	1p	31°58′	43°39′	**1503**	(3.7*)	—	—	Glob.-Schl.	4	Schlamm nur an der Aussenseite der Röhre.
89	22. V.	10p	31°45′	44°47′	**2032**	2.7	—	—	Glob.-Schl.	2	Etwas Schlamm an der Röhre, diese zeigt unten Verletzung.
90	23. V.	7½a	30°47′	44°59′	**2183**	2.6	—	—	Glob.-Schl.	1	Schlammröhre mit Klappe zur Verhinderung des Herausfall. der Bodenprobe.
91	23. V.	9p	29°40′	45°27′	**2600**	2.4	—	—	Glob.-Schl.	1	Schlammröhre mit Klappe zur Verhinderung d. Herausfallens der Bodenprobe.
92	24. V.	6½a	28°36′	46°3′	**2831**	2.6	—	—	Glob.-Schl.	1	Keine Grundprobe. Lotröhre bestossen.

* Temperatur anscheinend etwas zu hoch.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffen-heit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
	1906		S	O							
93	24. V.	11a	28°12′	46°6′	**2490**	2.6	—	—	Glob.-Schl.	2	Probe nur an Aussenseite der Röhre; neuer, an Bord konstr. Wasserschöpfer funktion. nicht.
(Lotungen an der Ostküste Madagaskars)											
93a	25. V.	$5^{1}/_{2}$p	24°38′	47°20′	**35**	—	—	—	Terrigen	1	Algen und Sand, Monaco-Zange.
93b	25. V.	$6^{3}/_{4}$p	24°37′	47°27′	**74**	—	—	—	Terrigen	1	Steinig. Kalksand, koralline Kalkalgen, Musch., Monaco-Zange.
93c	25. V.	$7^{3}/_{4}$p	24°37′	47°33′	**72**	—	—	—	Terrigen	1	Muschelkalk, Schlammröhre.
93d	25. V.	$8^{3}/_{4}$p	24°35′	47°38′	**777**	—	—	—	Terrigen	2	Schlammröhre beschädigt, etwas Schlamm an Röhre.
94	25. V.	$9^{3}/_{4}$p	24°35′	47°44′	**1529**	3.1	—	—	Terrigen, viel Glob.	2	Schlammprobe so hart, dass sie nur mit grosser Kraftentfaltung aus der Röhre herausgeht.
95	25. V.	$11^{3}/_{4}$p	24°33′	47°55′	**3227**	1.9	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	2	Schlammspuren an der Röhre.
96	26. V.	$2^{1}/_{2}$a	24°31′	48°10′	**3782**	1.2	—	—	Terrigen, vulk.	2	—
97	26. V.	$6^{1}/_{2}$a	24°27′	48°30′	**4000**	1.2	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	—
98	26. V.	10a	24°24′	48°42′	**4200**	1.0	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	—
99	26. V.	$9^{1}/_{4}$p	23°49′	48°37′	**3752**	1.3	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	—
100	27. V.	$3^{1}/_{2}$a	23°17′	48°29′	**3220**	1.8	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	—
101	27. V.	$9^{1}/_{4}$a	22°54′	48°24′	**2923**	2.2	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	1	—
102	27. V.	$12^{1}/_{2}$p	22°40′	48°22′	**2100**	2.6	—	—	Glob.-Schl., Radiolar., vulk. Beimengungen	2	—
103	27. V.	3p	22°26′	48°20′	**2029**	—	—	—	Terrigen, viel Glob.	2	15 kg Gewicht mit hochgebracht, nur an Schlammröhre steinige Bestandteile.
104	27. V.	$4^{1}/_{2}$p	22°21′	48°18′	**1594**	—	—	—	Terrigen, viel Glob.	3	Lotröhre geht schwer aus Grund, Grundprobe zeigt Schichtung.
104a	27. V.	$5^{3}/_{4}$p	22°18′	48°15′	**749**	—	—	—	Terrigen	3	—
104b	27. V.	$6^{1}/_{2}$p	22°11′	48°22′	**100**	—	—	—	Terrigen	3	Sand und kleine Muscheln, Monaco-Zange.
105	27. V.	9p	22°6′	48°25′	**1188**	—	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	3	
106	28. V.	1a	21°57′	48°41′	**1990**	2.8	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	2	

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S °/₀₀	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1906		S	O							
107	28. V.	$5^3/_4$a	21°44′	49°4′	**3431**	1.7	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	3	—
108	28. V.	11a	21°23′	49°22′	**4111**	1.3	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	3	Grundprobe Schichtung (unten grün, oben braun).
109	28. V.	$4^1/_2$p	21°5′	49°39′	**4462**	—	—	—	Vulk. Radiol., Glob.-Schl.	3	Thermometer versagt.
110	28. V.	$10^1/_2$p	20°52′	50°1′	**4660**	1.1	—	—	Rad., Glob.-Schl., vulk.	3	—
111	29. V.	$6^1/_2$a	20°6′	49°54′	**4183**	1.2	—	—	Rad., Pteropodennadeln, Gl.-Schl., vulk.	2	—
112	29. V.	$1^1/_2$p	19°25′	49°49′	**3920**	1.3	—	—	Terrigen, vulk.	2	Grundprobe geht sehr schwer aus Röhre heraus.
113	29. V.	$8^1/_2$p	18°40′	49°43′	**2525**	2.3	—	—	Vulk., viel Glob.	2	Gewicht vertörnt, nicht abgefallen.
114	30. V.	12p	18°24′	49°40′	**2108**	2.8	—	—	Glob.-Schl., Radiolarien	2	—
115	30. V.	$2^3/_4$a	18°6′	49°40′	**1313**	(4.0)	—	—	Terrigen und vulk.	2	Temperatur anscheinend zu hoch.
115a	30. V.	$3^3/_4$a	18°5′	49°40′	**728**	—	—	—	Terrigen und vulk.	2	—
116	3. VI.	6a	17°40′	49°56′	**1887**	2.8	—	—	Terrigen	2	Zwischen Tamatave und St. Marie.
116a	4. VI.	$2^1/_4$a	16°40′	50°22′	**100**	—	—	—	Terrigen	2	Grober Sand, Korallenstücke.
116b	4. VI.	4a	16°40′	50°28′	**997**	—	—	—	—	2	Schlammröhre beschädigt, an Aussenseite Eindrücke von Steinen.
117	4. VI.	8a	16°38′	50°42′	**2656**	2.2	—	—	Glob.-Schl. und vulk.	2	Sand aussen an Schlammröhre.
118	4. VI.	$2^1/_4$p	16°35′	51°2′	**545**	—	—	—	Terrigen	3	Sand aussen an Schlammröhre, Eindrücke von Steinen.
119	4. VI.	$4^3/_4$p	16°32′	51°10′	**(4000)**	—	—	—	—	3	Rendle-Lot und Thermometer verloren, 190 m Draht verkinkt.
120	5. VI.	8a	16°29′	51°48′	**4568**	1.1	—	—	Terrigen und vulk.	2	Grundprobe Schichtung, geht schwer a. Röhre heraus, zeitw. Draht m. Planktonnetz verw.
121	6. VI.	$1^1/_4$p	17°45′	53°39′	**4930**	1.2	—	—	Radiolarien	3	Zwischen St. Marie u. Mauritius schlingert das Schiff häufig erheblich.

Mauritius — Colombo.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	t° C	S °/₀₀	σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
122	14. VI.	12p	19°22′	58°0′	**722**	—	—	—	—	2	Schlammröhre beschädigt, keine Grundprobe.
123	14. VI.	$4^1/_2$a	18°59′	58°15′	**1985**	2.3	—	—	—	2	Keine Grundprobe.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S ‰	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1906		S	O							
124	18 VI.	2p	17°52′	63°55′	**3167**	1.9	—	—	Glob.-Schl.	4	—
125	20. VI.	7a	14°15′	65°20′	**2637**	1.9	34.74	27.80	Glob.-Schl.	2	Etwas Sand an Aussenseite der Röhre, neu konstruiert. Wasserschöpfer.
126	21. VI.	8a	11°32′	66°21′	**2666**	1.9	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlammröhre stark beschädigt, an Aussenseite schwarzer aschiger Grund.
127	23. VI.	6a	8°45′	64°52′	**4220**	1.8	34.69	27.75	Glob.-Schl.	1	—
128	24. VI.	$11^1/_2$p	5°48′	66°28′	**3584**	1.9	—	—	Glob.-Schl.	3	Gewicht nicht abgefallen, etwas Schlamm an Aussenseite der Röhre.
129	26. VI.	$2^1/_2$a	3°15′	68°9′8	**3700**	1.7	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlammröhre beschädigt.
130	26. VI.	5a	3°3′7	68°11′7	**2295**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlammröhre beschädigt, Grund an Aussenseite der Röhre.
131	26. VI.	6a	3°4′1	68°16′	**3930**	1.8	—	—	—	1	Röhre etwas beschädigt, schwärzliche Teile von Grund an Aussenseite der Röhre.
132	26. VI.	$7^3/_4$a	3°1′7	68°15′6	**3168**	—	(34.74)	—	—	1	Schlammröhre beschädigt, minimale Spuren von Sand an der Aussenseite der Röhre.
133	26. VI.	9a	3°0′2	68°12′1	**2513**	—	—	—	—	1	Bei 40 m ausstehendem Draht reisst dieser, Ende zeigt deutl. Torsion, Thermomet. verloren.
134	26. VI.	$10^1/_2$a	3°3′2	68°8′3	**2570**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	Röhre etwas beschädigt, Schlamm an Aussenseite der Röhre.
135	26. VI.	$11^3/_4$a	3°7′3	68°11′	**3898**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	—
136	26. VI.	$2^1/_2$p	2°56′8	68°7′5	**2465**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
137	26. VI.	$4^3/_4$p	2°56′8	68°3′	**2460**	—	—	—	Glob.-Schl. mit vulkanischen Beimengungen	1	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
138	26. VI.	$5^3/_4$p	2°59′	68°1′5	**2293**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre, Röhre etwas beschädigt.
139	26. VI.	$7^1/_4$p	2°56′8	67°59′	**2424**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
140	26. VI.	$8^3/_4$p	3°2′5	67°57′3	**2511**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
141	26. VI.	$10^1/_4$p	2°57′8	67°55′2	**2624**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
142	26. VI.	$11^3/_4$p	2°53′5	67°59′	**2495**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	Schlamm nur an Aussenseite der Röhre.
143	28. VI.	$10^1/_4$a	0°45′S	71°17′	**3740**	—	—	—	Glob.-Schl.		
			N								
144	30. VI.	9a	1°52′	74°45′	**2444**	—	34.70	—	Glob.-Schl.	1	

Colombo—Padang.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S ‰	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1906		N	O							
145	17. VII.	9a	3°32′	88°20′	**4189**	—	34.74	—	Glob.-Schl.	4	40 cm lange Grundprobe.
146	18. VII.	7a	2°50′	90°46′	**2145**	2.3	34.76	27.78	Glob.-Schl.	3	Neuer Kipprahmen aus Colombo, funktioniert gut. Wasserschöpfer Sigsbee.
147	18. VII.	$9^1/_4$a	2°51′	90°59′	**2095**	—	—	—	Glob.-Schl.	2	—
148	18. VII.	$5^1/_4$p	3°13′	90°50′	**2764**	—	34.72	—	Glob.-Schl.	2	An Bord konstruierter Wasserschöpfer zum Vergleich. Grundprobe 50 cm lang.
149	19. VII.	1a	3°4′	91°40′	**4165**	—	—	—	Glob.-Schl.	3	-
150	19. VII.	$3^1/_4$p	2°31′	92°43′	**4280**	1.2	34.74	27.85	Glob.-Schl.	2	—
151	20. VII.	$12^1/_4$a	2°48′	93°38′	**4690**	—	—		Gl.-Schl., Rad., Diatomeen, vulk. Beimeng.	2	—
152	20. VII.	$7^1/_2$a	3°6′	94°20′	**1610**	4.0	—	—	Glob.-Schl., vulk. Sand	2	—
153	20. VII.	$11^1/_4$a	3°20′	94°42′	**1465**	4.7	34.83	27.59	Glob.-Schl., vulk. Sand	1	
154	20. VII.	$3^1/_2$p	3°32′	95°5′	**642**	9.1	—	—	Glob.-Schl., vulk. Sand	1	Nur etwas Sand an Aussenseite der Röhre.
155	20. VII.	$9^1/_2$p	3°26′	95°47′	**1150**	5.8	—	—	Glob.-Schl., vulk. Sand	1	
156	21. VII.	$3^1/_2$a	3°6′	96°22′	**1055**	6.3	34.92	27.47	Terrigen	2	—
157	23. VII.	3a	1°44′	95°9′	**4870**	—	—	—	Glob.-Schl., vulk. Sand	2	Wasserschöpfer mit Thermometer vertörnt.
			S								
158	24. VII.	$8^1/_2$a	0°44′	97°16′	**5310**	—	—	—	Glob.-Schl., vulk. Sand	—	Wassersch. u. Thermomet. m. Lotgewicht vert., letzt. war abgefallen u. wurde so mit hochgebr.

Padang — Batavia.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	Bodenwasser S ‰	Bodenwasser σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
159	29. VII.	$11^1/_2$p	1°50′	100°10′	**1240**	6.5	34.76	27.32	Glob.-Schl., vulk. Sand	2	
160	31. VII.	$7^1/_4$p	4°31′	101°31′	**769**	7.2	34.81	27.27	Terrigen	2	
161	1. VIII.	$12^1/_4$a	4°47′	101°56′	**1700**	3.5	34.76	27.66	Terrigen	—	
162	1. VIII.	$5^3/_4$a	4°57′	102°23′	**1710**	(6.3)	34.76	(27.34)	Terrigen		Temper. sehr hoch. Vorlauf war etwas vertörnt, jed. kam Kipprahmen in richt. Stellung hoch.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t° C	S ‰	σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1906		S	O							
163	1. VIII.	9 1/2 a	5°6′	102°37′	**1630**	3.5	34.78	27.68	Bl. Mud mit vulkanischen Beimengungen	—	—
164	1. VIII.	3p	5°25′	103°5′	**1980**	2.6	—	—	Bl. Mud mit vulkanischen Beimengungen	1	

Batavia — Makassar.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	t° C	S ‰	σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
165	9. VIII.	11a	7°15′	105°56′	**2452**	1.9	34.70	27.77	Glob.-Schl., Radiolarien, Diatomeen	2	—
165a	9. VIII.	4p	7°24′	106°23′	**58**	—	—	—	Terrigen	2	—
165b	9. VIII.	5 1/2 p	7°27′	106°27′	**61**	—	—	—	Terrigen	2	—
165c	9. VIII.	5 3/4 p	7°28′	106°27′	**110**	—	—	—	Terrigen	3	—
165d	9. VIII.	6 1/2 p	7°30′	106°30′	**160**	—	—	—	Terrigen	3	—
165e	9. VIII.	7 1/2 p	7°34′	106°34′	**768**	—	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	3	—
166	9. VIII.	10p	7°42′	106°44′	**2612**	1.9	34.72	27.78	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	3	—
167	10.VIII.	1a	7°50′	106°55′	**2825**	—	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	4	—
168	10.VIII.	4 3/4 a	8°2′	107°6′	**3110**	—	34.70	27.78	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	4	Thermometer vertörnt, Drahtwinkel zeitweise 30°.
169	10.VIII.	9 1/4 a	8°16′	107°19′	**3430**	1.7	—	—	Terrigen mit vulkanischen Beimengungen	4	Drahtwinkel zeitweise 30°.
170	10.VIII.	2p	8°42′	107°25′	**2542**	1.8	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl., Diatomeen	4	—
171	10.VIII.	8p	9°′4	107°28′	**2143**	—	—	—	Glob.-Schl.	3	—
172	11.VIII.	1a	9°29′	107°29′	**4560**	1.0	34.70	27.83	Gl.-Schl., Diat., Radiolarien mit vulk. Sand	3	
173	11.VIII.	8a	9°46′	107°48′	**6300**	1.1	34.70	27.82	Vulkanischer Sand	3	
174	12.VIII.	1a	10°2′	108°5′	**7000**	1.1	—	—	Vulk. Sand mit Glob.-Schl. und viel Radiolarien	3	
175	12.VIII.	9p	10°29′	109°2′	**5700**	1.2	34.70	27.82	Radiolarien mit vulk. Sand	4	
176	13.VIII.	9a	10°22′	109°54′	**6772**	—	—	—	Radiolarien mit vulk. Sand	2	Grundprobe nur an Röhre, bei Auslassen brach Draht auf 35 m Tiefe, Sigsbee Schöpfer verloren.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffen-heit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S °/₀₀	σ_t			
	1906		S	O							
177	13.VIII.	$5^1/_2$p	10°9′	110°30′	**4265**	—	—	—	Radiolarien mit vulk. Sand	3	—
178	14.VIII.	$2^1/_2$a	9°48′	111°13′	**3030**	—	—	—	Radiolarien mit vulk. Sand, und Glob.-Schl.	3	Gewicht mit hoch gebracht.
179	14.VIII.	$7^1/_2$a	9°36′	111°39′	**2000**	—	—	—	Radiolarien mit vulk. Sand, und Glob.-Schl.	2	Grundprobe sehr hart, geht schwer aus Röhre.
180	14.VIII.	$10^1/_4$a	9°33′	111°39′	**2320**	—	—	—	Glob.-Schl., Radiolarien, vulk. Sand	2	—
181	14.VIII.	4p	9°18′	112°9′	**3330**	(1.7)	34.70	(27.78)	Glob.-Schl., Radiolarien, vulk. Sand	2	Thermometer nicht funktioniert, zeigte 9° an; Temperatur nach Stat. 169.
182	14.VIII.	$10^1/_4$p	9°5′	112°36′	**1845**	—	—	—	—	2	Draht häufig unter Schiff; Grundprobe nur an Aussenseite der Röhre.
183	15.VIII.	$3^3/_4$a	8°53′	113°2′	**1832**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	2	—
184	15.VIII.	8a	8°43′	113°24′	**1500**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	2	—
185	15.VIII.	$11^1/_4$a	8°41′	113°31′	**1169**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	1	
185_a	15.VIII.	$12^3/_4$p	8°38′	113°37′	**492**	—	—	—	Terrigen	2	—

Makassar—Amboina—Hermit-Inseln.

186	5. IX.	6a	1°53′	128°56′	**958**	4.9	34.61	27.41	Terrigen und vulkanisch	2	—
187	7. IX.	9a	0°11′	132°8′	**3385**	1.4	(34.63)	(27.73)	Terrigen und vulkanisch	—	
188	7. IX.	$11^3/_4$a	0°13′	132°14′	**2920**	1.4	34.72	27.80	Vulk. Sand, Gl.-Schl., Rad., Diatomeen	—	—
189	7. IX.	2p	0°15′	132°23′	**2440**	—	34.67	—	Vulk. Sand, Gl.-Schl., Rad., Diatomeen	1	Thermometer versagt.
189_a	7. IX.	$3^1/_2$p	0°17′	132°24′	**475**	10.2	34.69	27.69	Terrigen	1	—
190	8. IX.	$5^1/_2$a	0°5′	133°38′	**3395**	1.4	34.69	27.76	Glob.-Schl., Rad., Diat. und vulkanisch	1	
			N								
191	9. IX.	$3^1/_2$a	0°32′	135°27′	**4800**	1.5	34.67	27.76	Glob.-Schl., Rad., Diat. und vulkanisch	1	
192	9. IX.	10p	0°56′	136°55′	**4130**	1.4	34.70	27.80	Radiolarien, Glob.-Schl. und vulkanisch	—	—
193	10. IX.	3p	0°3′	137°53′	**3910**	—	—	—		1	Vorlauf gebrochen, kein Draht verloren, jedoch Wasserschöpf. und Kipprahmen.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S $^0/_{00}$	σ_t			
	1906		S	O							
194	11. IX.	$6^3/_4$a	0°17′	139°5′	**3450**	—	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl.	—	Wasserschöpfer u. Thermometer versagt, da falsch befestigt.
195	12. IX.	$9^1/_2$a	0°53′	140°40′	**3350**	1.6	34.65	27.74	Radiolarien	—	—
196	12. IX.	5p	1°30′	140°52′	**3780**	1.6	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl. und vulk. Sand	1	—
197	12. IX.	10p	1°50′	140°57′	**3480**	—	—	—	Radiolarien, Glob.-Schl. und vulk. Sand	1	
198	13. IX.	$3^1/_4$a	2°8′	141°1′	**2692**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	—	
199	13. IX.	$5^1/_4$a	2°23′	141°8′	**1875**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	—	—
200	13. IX.	8a	2°33′	141°11′	**1353**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	—	—
200a	13. IX.	$9^1/_2$a	2°37′	141°14′	**600**	—	—	—	Terrigen und vulkanisch	—	
201	13. IX.	10p	2°4′	142°1′	**3870**	1.7	34.67	27.76	Bl. Mud mit vulkanischen Beimengungen	1	—
202	14. IX.	$7^3/_4$p	1°37′	143°37′	**1900**	—	—	—	Glob.-Schl., wenig Radiolarien	—	
203	15. IX.	1a	1°55′	144°4′	**1040**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	—
204	15. IX.	$2^1/_2$a	2°0′	144°6′	**1428**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	—
205	15. IX.	$10^1/_2$a	1°39′	144°38′	**950**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	
206	15. IX.	$1^1/_2$p	1°39′	144°52′	**1065**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	

Hermit-Inseln — Matupi.

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	t° C	S $^0/_{00}$	σ_t	Boden-beschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
207	2. X.	2p	1°32′	145°9′	**1425**	—	34.58	—	—	—	
208	2. X.	9p	1°50′	145°36′	**1197**	—	—	—	Glob.-Schl., Korallensand	—	
209	11. X.	6a	2°27′	148°50′	**2700**	2.9	34.60	27.59	Glob.-Schl., Rad., vulkan. Beimengungen	1	
210	11. X.	$4^1/_2$p	2°57′	149°36′	**2380**	3.0	—	—	Glob.-Schl., Rad., vulkan. Beimengungen		
211	12. X.	$1^1/_2$p	3°45′	151°22′	**2150**	2.9	—	—	Terrigen und vulkanisch	—	

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
					Matupi — Yap.						
	1907		S	O							
212	8. I.	9p	1°55′	149°22′	**1740**	—	—	—	Glob.-Schl., Korallensand und vulkanisch	1	
213	9. I.	10a	1°16′	148°46′	**2717**	2.4	—	—	Glob.-Schl. und vulkan. Sand	1	
			N								
214	12. I.	1p	3°45′	145°2′	**(4480)**	—	—	—	—	3	Vorlauf mit Thermometer und Wasserschöpfer, sowie 20 m Draht verloren.
215	14. I.	2p	7°31′	141°5′	**2059**	—	—	—	—	0-1	Keine Grundprobe.
216	14. I.	10p	8°4′	140°54′	**4006**	—	—	—	Glob.-Schl. und vulkan. Sand	1	—
217	15. I.	0¾p	8°58′	139°52′	**3391**	—	—	—	—	2	Röhre beschädigt, keine Grundprobe.
218	15. I.	9p	9°13′	139°15′	**2962**	—	—	—	Glob.-Schl.	1	—
219	16. I.	6a	9°27′	138°15′	**3969**	—	—	—	—	1	Schlammröhre etwas beschädigt, keine Grundprobe.
					Yap — Manila.						
220	22. I.	4¾p	7°31′	134°33′	**415**	—	34.49	—	Korallensand und Glob.-Schl.	1	Neuer Kipprahmen, nicht ausgelöst.
221	22. I.	6½p	7°30′	134°26′	**1388**	—	34.58	—	Glob.-Schl.	2	Neuer Kipprahmen, nicht ausgelöst.
222	23. I.	9a	7°36′	133°23′	**4733**	—	34.70	—	Rad., Gl.-Schl. und vulkanische Beimengungen	1	Neuer Kipprahmen, nicht ausgelöst.
223	23. I.	4½p	7°36′	132°46′	**4066**	1.7	—	—	Rad., Gl.-Schl. und vulkanische Beimengungen	2	—
224	24. I.	6a	7°36′	132°4′	**4496**	1.7	34.69	27.76	Rad., Gl.-Schl. und vulkanische Beimengungen	2-3	—
225	25. I.	7a	7°38′	130°38′	**5748**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4	—
226	25. I.	5p	7°39′	130°12′	**5621**	1.3	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4	
227	26. I.	7a	7°36′	129°32′	**5556**	—	34.65	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	2	
228	26. I.	4½p	7°35′	128°55′	**5023**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4	—

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe	Bodenwasser			Boden-beschaffen-heit	Seegang	Bemerkungen
					m	t° C	S ‰	σ_t			
	1907		N	O							
229	27. I.	7a	7°18′	127°48′	**6113**	1.6	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	3	—
230	27. I.	$2^1/_2$p	7°9′	127°31′	**7434**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	3	Gewicht nicht abgefallen.
231	27. I.	8p	7°5′	127°8′	**8554**	—	—	—	—	3	Ohne Grund, da Draht a. Trommel nicht reicht; für nächste Lotung neuer Draht angesplisst.
232	28. I.	1a	7°4′	127°3′	**(8000)**	—	—	—	—	2	800 m Draht und Vorlauf verloren.
233	28. I.	7a	6°59′	126°51′	**5759**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	3	—
234	28. I.	$10^3/_4$a	6°55′	126°44′	**5330**	1.6	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	3-4	—
235	28. I.	$2^1/_2$p	6°56′	126°38′	**3549**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4	—
236	28. I.	$5^3/_4$p	6°56′	126°30′	**1113**	(7.6) ?	34.58	—	—	4	Ca. 3 Sm von Küste; Temperatur abnorm hoch, wahrsch. Kipprahmen zu früh ausgelöst.
237	29. I.	7a	7°27′	126°54′	**(5200)**	—	—	—	—	2	130 m Draht verkinkt, Schöpfer und Thermometer verloren.
238	29. I.	3p	7°47′	127°10′	**7939**	—	—	—	Vulkanisch	1	—
239	29. I.	11p	8°8′	127°23′	**7742**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	1	—
240	30. I.	7a	8°34′	127°25′	**5846**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	0	—
241	30. I.	10a	8°36′	127°15′	**7151**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	0	—
242	30. I.	2p	8°35′	127°5′	**8500**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	0	—
243	30. I.	$6^1/_2$p	8°33′	126°55′	**7259**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	0	—
244	31. I.	7a	9°1′	127°37′	**6052**	—	—	—	Vulkanisch und Glob.-Schl.	1	—
245	31. I.	$6^1/_2$p	9°36′	128°2′	**5835**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	2	—
246	1. II.	7a	10°12′	128°45′	**5610**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	2	—
247	1. II.	$6^1/_2$p	10°36′	129°10′	**5780**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	2	—
248	2. II.	$0^1/_2$p	11°36′	128°29′	**5631**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	5	—
249	3. II.	0a	11°50′	127°38′	**5525**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4-5	—

Stat.-No.	Datum	Ortszeit	Breite	Länge	Tiefe m	Bodenwasser t⁰ C	S ⁰/₀₀	σ_t	Bodenbeschaffenheit	Seegang	Bemerkungen
	1907		N	O							
250	3. II.	7¼a	11⁰57′	127⁰14′	**6030**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	5	—
251	3. II.	4p	12⁰5′	126⁰50′	**5972**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	5	—
252	3. II.	11p	12⁰13′	126⁰20′	**6513**	—	—	—	Roter Ton mit vulkanischen Beimengungen	4-5	—
253	4. II.	6a	12⁰23′	125⁰57′	**(8900)**	—	—	—	—	4	20 m Draht und Vorlauf abgerissen; Draht auf Boden gelegen; 25 Sm von Land.
254	4. II.	0½p	12⁰28′5	125⁰37′	**4169**	—	—	—	Vulkanisch, Glob.-Schl. und Terrigen	4	10.5 Sm von Land.
255	4. II.	6p	12⁰31′	125⁰24′	**939**	4.9	—	—	Terrigen und vulkanisch	6	Ca. 3 Sm von Land.

3. Die Lotungen im Atlantischen Ozean.

(Hierzu Tafel 5 und 6.)

Wenn auch im Anfang der Kurs des ,,Planet" durch Gebiete führte, deren Bodenrelief ziemlich bekannt ist, so wurden doch hier einige Lotungen ausgeführt, um in der Technik des Lotens Erfahrungen zu sammeln und um die Maschinen und Instrumente zu erproben. Ausserdem sind Bodenproben, sowie exakte Temperatur- und Salzgehalts-Bestimmungen des Bodenwassers stets sehr erwünscht, da die älteren Bestimmungen meist den heutigen Ansprüchen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit nicht entsprechen. Die Lotungen wurden so gelegt, dass sie möglichst in eine Lücke der Tiefenkarte hineinfielen.

Auf den Tiefenkarten befindet sich in 11⁰ 7′ N. Br. und 22⁰ W. L. eine Lotung von 2121 m Tiefe südöstlich der Kap Verde-Inseln verzeichnet, welche rings umgeben ist von Lotungen von etwa 5000 m Tiefe. Da der Kurs des ,,Planet" in die Nähe dieser Position führte, so wurde beschlossen, die Tiefe möglichst genau in derselben Position nachzuloten. Bei zwei Lotungen, von denen die eine etwa 8 und die zweite etwa 3 sm entfernt von der Position lag, ergab sich übereinstimmend eine Tiefe von 5124 bezw. 5129 m, so dass der Schluss nahe lag, dass die auf den Karten angegebene Tiefe von 2121 m falsch sei.

Um ein endgültiges Urteil fällen zu können, war es notwendig, festzustellen, wie die betreffende Tiefe gelotet worden war. Nach freundlicher Mitteilung von Professor Krümmel-Kiel stammte die Lotung von der amerikanischen Brig ,,Dolphin", welche 1852 hier bei zwei Lotungen nacheinander 1160 und 1120 Faden gelotet hatte — auch sei die in der Monaco-Karte verzeichnete Position falsch. Zunächst wurde das Original-Material eingesehen, welches in ,,Lee: Reports and Charts of the Cruise of the U. S. Brig ,Dolphin' made under Direction of the Navy Department, Washington 1854 (Senate, 33. Congress)" auf S. 38 und 39 wiedergegeben ist.

Aus diesem geht hervor, dass ,,Dolphin" in 11⁰ 7′ 15″ N. Br. und 21⁰ 56′ 54″ W. L. 2121 und 2048 m Tiefe lotete; beide Male lief das Seil gut aus, die zweite Lotung wurde zur Kontrolle der ersteren gemacht und ergab eine Differenz von 73 m — bürgt also für die Richtigkeit

der ersten Lotung. Da an demselben Tage eine totale Mondfinsternis von „Dolphin“ beobachtet worden ist, so dürfte die Position von 11° 7′ N. Br., 21° 5′ W. L. auch einwandfrei sein.

Die zunächstgelegene Lotung des „Planet“ liegt unter 11° 8′ N. Br. und 22° 4, W. L., die Entfernung der 3000 m Unterschied ergebenden Lotungen „Planet“ und „Dolphin“ beträgt 7—8 Sm, wozu bemerkt sei, dass die Position des „Planet“ auch als zuverlässig betrachtet werden kann, da Mittagsbesteck erhalten wurde. Die Differenz zwischen den Positionen des „Planet“ und „Dolphin“ ist entstanden, weil für die betreffende Lotung des „Dolphin“ aus der Monaco-Karte 22° 0′ W. L., aus der englischen Karte „Oceanic Soundings“ etwa 22° 10′ W. L. als Position entnommen worden war. Aber auch bei dieser Entfernung von 7 Sm ergibt sich, dass die von „Dolphin“ gefundene Bank von 2100 m auf 5100 m mit einem durchschnittlichen Böschungswinkel von 14° Grad absinken muss. Da ähnliche Beträge — ich verweise auf die später angeführten Gräben — mehrfach gefunden sind, so müssen vorläufig die beiden Lotungen von „Planet“ und „Dolphin“ mit ihren grossen Tiefenunterschieden nebeneinander bestehen bleiben. Eine genauere Auslotung der „Dolphin“-Bank, sowie auch der zahlreichen — neuerdings gemeldeten — Bänke*) zwischen den Kap Verde'schen-Inseln und der afrikanischen Küste erscheint eine dankenswerte Aufgabe für ein mit Tiefseelotungsvorrichtungen versehenes Schiff.

Das Anlaufen von Freetown an der Sierra-Leone-Küste (siehe Tafel 5) wurde benutzt, um senkrecht zur Küstenlinie eine Reihe von Lotungen zu legen, welche in der Hauptsache zur Sammlung von Grundproben dienten, um die Zusammensetzung derselben beim Übergang von der Tiefsee zum Kontinent näher studieren zu können. Gleichzeitig ergab sich dabei das auf der Tafel befindliche Profil der Kontinentalböschung, welches zeigt, dass der Abfall am steilsten vom Küstenschelf bis zur 1900 m-Linie ist; von 100 bis 1900 m Tiefe beträgt hier der Böschungswinkel 7°, um sich bis 4000 m auf 2° zu verringern. Dieser Böschungswinkel ist im Vergleich zu den von Schott**) dargestellten Böschungen der Marokko-Küste und des Abfalls der Agulhas-Bank relativ gross; näher steht er dem Böschungswinkel der Nias-Insel bei Sumatra, bleibt aber bedeutend zurück gegen den Steilabfall der an der nordafrikanischen Westküste liegenden Bänke. (Vergl. auch die späteren Ausführungen bei Madagaskar, Neu-Guinea, Philippinen.) Von den bei der Anlotung erhaltenen Bodenproben ist diejenige mit Station 11 (Tiefe 4743 m) erwähnenswert, welche oben einen äusserst zähen, schwarzen Schlamm aufwies, während das untere Ende tonig-sandiger, gelbbrauner Globigerinen-Schlamm mit vulkanischen Beimengungen war. Der Schlamm war von solch zäher Beschaffenheit, dass bei Station 12 die Schlammröhre im Boden stecken blieb und beim Aufholen aus der Sigsbee-Lotspindel ausgebrochen wurde, indessen der Lotdraht sowie der Vorlauf die Beanspruchung aushielten und unversehrt heraufkamen. Wahrscheinlich ist dieser Schlamm von ähnlicher Beschaffenheit wie der von der Valdivia-Expedition***) zwischen der Kongo- und Niger-Mündung angetroffene Schlamm, und auf Ablagerungen aus den afrikanischen Flüssen zurückzuführen, die sich am Rande des Steilabfalls sammeln; merkwürdig ist indessen, dass er oberhalb 4000 m näher der Küste nicht gefunden wurde.

Die von Freetown bis St. Helena ausgeführten Lotungen (siehe die vorstehende Tabelle und die Karte des Reisewegs in Band I) liegen am Ostabhang der südatlantischen Schwelle und ergeben meist eine Tiefe von 4—5000 m; in etwa 10° S. Br. stossen sie auf die vom „Gauss“ ausgeführten Lotungen, mit denen zusammen sie den hier angenommenen gleichmässigen Charakter der Tiefsee bestätigen.

*) Vergl. Ann. d. Hydr. 1907, S. 88.

**) „Valdivia“-Werk, Bd. I, Ozeanographie, S. 104 (Tafel VI).

***) „Valdivia“-Werk, Bd. I, Ozeanographie, S. 106.

Als eine der Hauptaufgaben im Programm des „Planet" war die Festlegung des östlichen Teiles des Walfisch-Rückens bezeichnet worden, einer Bodenschwelle, deren südlichere Teile zuerst von der „Hydra", später vom V. St.-Dampfer „Enterprise" 1883, ferner von der „Valdivia"-Expedition 1898 und der Deutschen Südpolar-Expedition 1901/1903 angelotet worden waren. Auf Grund der beobachteten Bodentemperaturen, welche in 5000 m Tiefe zwischen $24^1/_2$ und $26^1/_2{}^0$ S. Br. Unterschiede von $1^1/_2{}^0$ zeigten, hatten Sir Wyville Thomson und Supan darauf aufmerksam gemacht, dass von der nordsüdlich verlaufenden südatlantischen Schwelle ein Rücken sich abzweigen müsse, welcher, nach der südafrikanischen Westküste sich hinziehend, den antarktischen Tiefenstrom mit seiner niedrigen Temperatur von dem Tiefenwasser nördlich des Rückens scheide. Weil es wahrscheinlich erschien, dass der Rücken bei der Walfischbucht an den afrikanischen Kontinentalsockel ansetzt, so erhielt er auf Vorschlag von Supan die Bezeichnung „Walfisch-Rücken"; es fehlte indessen völlig an bestätigenden Lotungen.

Da der Aktionsradius des „Planet" nur beschränkt war, so kam viel darauf an, die Lotungen von Beginn an so zu legen, dass kein Zurückdampfen notwendig wurde oder dass die nur knapp bemessene Zeit für die in Betracht kommenden Untersuchungen möglichst ausgenutzt wurde.

Von St. Helena ging „Planet" (siehe Tafel 6) zunächst mit östlichem Kurse über die südafrikanische Mulde, täglich Drachenaufstiege machend und einmal lotend. Von 2° Ö. L. wurde süd- und südöstlicher Kurs gesteuert, um nordöstlich von der „Valdivia"-Bank auf den Walfisch-Rücken zu stossen. Wie beschränkend der geringe Aktionsradius war, geht daraus hervor, dass das Kommando es sich versagen musste, die Valdivia-Bank selbst anzuloten, sondern ihre vermutete Fortsetzung nach Nordosten zu finden trachten musste.

Dies gelang auch vortrefflich — allerdings fanden sich die geringeren Tiefen bedeutend nördlicher, wie erwartet, da sich der Rücken von der „Valdivia"-Bank aus fast rein nördlich fortsetzt. Nachdem eine Lotungsreihe in nordwest-südöstlicher Richtung über den Rücken gelegt war, wurde versucht, einige Längengrade östlicher, eine zweite Lotungsreihe in Süd-Nord-Richtung zu legen, möglichst bis zur 5000 m-Tiefe nördlich des Rückens. Dies blieb uns versagt, da der Rücken sich für den Aktionsradius des „Planet" zu weit nördlich erstreckte. Es gelang jedoch, den Rücken bis auf 90 Sm Entfernung von der 1150 m betragenden Lotung auf dem von Kap Frio südwestlich sich erstreckenden afrikanischen Küstenplateau festzustellen, so dass hier in etwa 20° S. Br. der Anschluss an die südafrikanische Küste stattfindet. Da die Arbeiten der Kabeldampfer „John Pender" und „Anglia" zwischen 25° bis 27° S. Br. und 5° bis 7° Ö. L. durch zahlreiche Messungen*), sowie die „Gauss"-Lotungen auf der Fahrt von Kapstadt nach St. Helena den Rücken in 28° S. Br. und 4° Ö. L. mit 3269 m festgelegt haben, so ist es heute möglich, ein gutbegrenztes Bild des Walfisch-Rückens zu entwerfen:

Von etwa 35° S. Br. 10° W. L. streicht der Rücken mit Tiefen von 3—4000 m, von der südatlantischen Schwelle ausgehend, zunächst östlich bis 2° Ö. L., wo durch die „Enterprise" Lotungen in geringeren Tiefen von 1337 und 1790 m gelotet wurden. Hier ändert sich die Richtung in NNO, bis auf 20° S. Br. die Vereinigung mit dem afrikanischen Küstenplateau statt hat; das Gebiet westlich der Walfisch-Bucht gehört nach den Lotungen des „Planet" noch zur Kapmulde. Die durchschnittliche Breite des Rückens in diesem zweiten Teil schwankt zwischen etwa 70 und 200 Kilometer, seine durchschnittliche Tiefe beträgt etwa 2500 m; seine bisher bekannte geringste Tiefe wird durch die 936 m-Lotung auf der „Valdivia"-Bank dargestellt. Betrachten wir nun die Beobachtungen über Temperatur und Salzgehalt des Bodenwassers. Nördlich des Rückens in der südafrikanischen Mulde

*) Ann. d. Hydrogr. 1902. S. 489.

beträgt die Temperatur im Durchschnitt 2.5° (2.3° bis 2.7°); auf dem Rücken ist sie im Durchschnitt etwas höher (2.4° bis 2.9°), südlich des Rückens in der Kap-Mulde 1.1° bis 1.4°. Supan berechnete in seiner Arbeit über ,,Die Bodenformen des Weltmeeres"*) für die nördliche Mulde als Mittelwert 2.4°, für die südliche 0.9°. Für die erstere stimmen die ,,Planet"-Beobachtungen gut mit den andern Werten überein; für die Kap-Mulde ergibt sich eine Differenz von 0.4°. Diese erklärt sich jedoch daraus, dass die Temperaturen des ,,Planet" aus einer mittleren Tiefe von 4200 m — dicht am Abfall des Rückens zu grösseren Tiefen — stammen, indessen die mittlere Temperatur Supans für die Tiefe von 4800 m gilt; südlich des 35. Grades S. Br. nähern sich die Bodentemperaturen rasch 0 Grad, doch schien es nicht tunlich, Temperaturen aus Gegenden von solch grossen Breitenunterschieden zu mitteln.

Machen so die Bodentemperaturen die verschiedenartige Herkunft des Tiefenwassers wahrscheinlich, so wird dies bekräftigt durch die erhaltenen Beobachtungen über den Salzgehalt. In der südafrikanischen Mulde und auf dem Rücken finden wir Wasser von durchschnittlich 34.89 $^0/_{00}$, in der Kap-Mulde Wasser von 34.73 $^0/_{00}$ Salzgehalt am Boden — ein sicher festgestelltes und neues, recht beachtenswertes Ergebnis. Die einzelnen Beobachtungen selbst zeigen, dass die Abweichungen von den Mittelwerten nur wenige Hundertstel pro mil betragen, dass also die Unterschiede im Salzgehalt in der Art des Wassers selbst begründet sind. Es ergibt sich zusammen mit unseren späteren Beobachtungen im Südindischen Ozean, dass der antarktische Bodenstrom geringeren Salzgehalt hat wie der im Atlantischen Ozean nordsüdwärts setzende Tiefenstrom; die Grenze zwischen beiden im Atlantischen Ozean bildet östlich der atlantischen Schwelle der Walfisch-Rücken. Aus den Salzgehaltsbeobachtungen geht ferner hervor, dass der Sigsbee-Wasserschöpfer, wenn er richtig funktioniert, sehr geeignet ist zu exakten Salzgehaltsbestimmungen in grösseren Tiefen. Leider verloren wir hier bei der Auslotung des Walfisch-Rückens unseren letzten Sigsbeeschöpfer, so dass bis Colombo nur vereinzelte Bestimmungen mit Neukonstruktionen ausgeführt werden konnten, da der Pettersson-Nansen- und der Krümmel-Schöpfer am Lotdraht nicht zu verwenden waren.

4. Die Lotungen im Indischen Ozean.

(Hierzu Tafel 5, 7 und 8.)

Die scheinbar einfache Gestaltung des Bodenreliefs der Ozeane beginnt mehr und mehr unter den Händen der Detail-Forschung sich in ein System von Becken, Rücken, Bänken und Gräben aufzulösen, neue Probleme mit der Frage nach der Entstehung dieser mannigfaltigen Bodenformen aufwerfend. Namentlich die von ,,Planet" im Indischen Ozean geloteten Tiefen zeigen, wie wenig wir bislang noch über die Einzelformen des Bodens der Weltmeere wissen und wieviel hier noch an Lotungsarbeit zu leisten ist.

Der Vorstoss des ,,Planet" von Kapstadt nach den südlicheren Breiten hatte einerseits die Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre im Gebiet der Westwindtrift, andererseits die Aufhellung des Bodenreliefs zwischen den Kursen der ,,Valdivia" nach Südwesten und denjenigen des ,,Challenger", der ,,Gazelle" und des ,,Gauss" nach Ostsüdosten zum Zweck, war aber begrenzt durch den Aktionsradius des Schiffes. See und Wind beeinflussten auch in gewissem Masse den Weg des Schiffes, so dass wir östlicher kamen, wie ursprünglich beabsichtigt. Die Lotungen haben unter den in der aufgewühlten See oft sehr heftigen Schiffsbewegungen nicht gelitten — weder der Vorlauf noch der Draht ist auf diesem Törn gebrochen

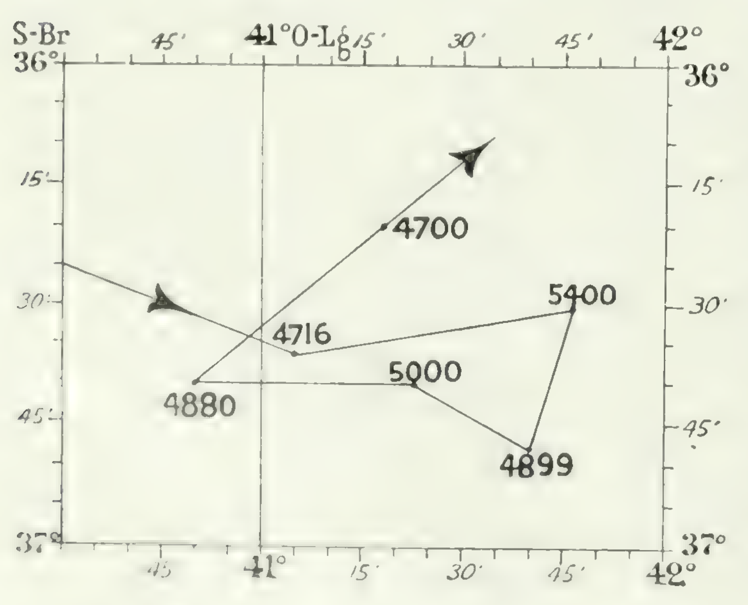
*) Pet. Mitt., 1899, S. 186.

trotzdem es oft bei Beginn der Lotung recht zweifelhaft erschien, ob es möglich sein würde, die Grundberührung festzustellen, da der Draht, wenn das Schiff 30—40° nach Backbord überholte, sich in grossen Buchten nach See zu ringelte und an die Bedienung der Lotmaschine erhebliche Anforderungen an Standfestigkeit stellte.

Die Lotungen auf dem erst südlichen, später südöstlichen Kurse (siehe Tafel 7) bestätigten die Ausdehnung der Kap-Mulde, sowie die Existenz einer Anschwellung des Bodens zwischen der Crozet- und Bouvet-Region, wie sie Schott in seiner Arbeit „Über die Bodenformen und Bodentemperaturen des südlichen Eismeeres"*) dargestellt hat. Die Kap-Mulde reicht etwas weiter südlich wie in der Darstellung von Schott, so dass die Anschwellung, für welche die Bezeichnung „Atlantisch-Indischer Rücken" gewählt wurde, in ihrer Breite etwas verringert wird.

Östlich von Südafrika, nördlich des 40. Grades S. Br., hat die Darstellung des Bodenreliefs wesentliche Änderungen erfahren, so dass die Ausdehnung der Crozet-Schwelle erheblich reduziert ist. Die Lotungen längs des 40. Breitengrades sprechen für einen schmalen Rücken, welcher das Crozet-Plateau mit Südafrika verbindet mit Tiefen von 3—4000 m; nördlich des Rückens wurden wieder grössere Tiefen von 4—5000 m gefunden, die Bodentemperaturen nahmen allmählich nach Norden zu. Auf dem Kurse von Durban nach der auf den Karten verzeichneten Untiefe „Slot van Capelle" wurde unter 33° S. Br., 35½° Ö. L. eine Bank von 1372 m Tiefe von geringer Ausdehnung in Kursrichtung gefunden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Bank sich noch zu grösseren Höhen erhebt, denn nach Findlay: Sailing Directory for the Indian Ocean, S. 301, fand Kapitän Baddison von der „Prinzess Augusta" 1765 eine Untiefe in 33° 44′ S.Br., 36° Ö.L. (keine Lotungen). Ferner 1809 „Otter" in 33° 56′ S.Br., 36° Ö.L., schliesslich 1830 Kapitän Blakiston, „Anna Maria" in 33° 43′ S.Br. und 36° 30′ Ö. L. Wenn auch keine Lotungen vorliegen, so spricht doch die Übereinstimmung der Positionen mit der von „Planet" geloteten Bank für das Vorhandensein einer Untiefe.

Die Positionen für die „Slot van Capelle"-Bank sind sehr unsicher; auf den Seekarten findet sich diese in 36° 37′ S. Br. und 41° 22′ Ö.L. eingetragen. An dieser Stelle hat der „Planet", wie die nebenstehende kleine Skizze zeigt, gelotet und auch im Umkreis von 15—20 Sm eine Anzahl Lotungen gelegt, welche jedoch sämtlich Tiefen von 4700—5400 m ergeben, so dass in dieser Position keine Untiefe vorhanden sein kann. Nach dem schon erwähnten Segelhandbuch von Findlay wird die Position für die Bank etwa 140 Sm weiter westlich gegeben und



die Bemerkung zugefügt, dass 60 Faden gelotet seien. Dies würde südöstlich von der von „Planet" geloteten Bank von 1372 m Tiefe sein, so dass also die Möglichkeit besteht, dass sich von hier aus ein Rücken nach Südosten erstreckt, welcher an einzelnen Stellen nahe bis zur Oberfläche sich erhebt. Jedenfalls sind die Positionen dieser alten Beobachtungen sehr unzuverlässig; zu erwähnen ist noch eine Lotung der „Atomatia" 1801, welche 62 bis 82 Faden in 36° 30′ S. Br. und 43° 43′ Ö. L. lotete und Grund hochbrachte; nach einer anderen Beobachtung wird 41° 8′ Ö. L. gegeben, so dass sich dies mit der auf den Karten als „Slot van

*) Pet. Mitt., 1905, H. XI.

Capelle“ bezeichneten Bank decken würde; Klarheit können hier nur weitere Lotungen, ausgehend von der von ,,Planet“ geloteten Bank von 1372 m Tiefe bringen — uns verhinderte wieder der beschränkte Aktionsradius, die Sache weiter zu verfolgen.

Von 37° S. Br. wurde der Kurs nördlich auf die Südostspitze Madagaskars gesetzt. Zunächst ergaben die Lotungen 4—5000 m Tiefe, bis in 32° S. Br. eine Lotung mit nur 1500 m Tiefe uns einen neuen Rücken anzeigte, der sich bis Madagaskar erstreckte und als Fortsetzung des Nord-Süd streichenden Horstes von Madagaskar aufzufassen ist. Dass die Lotungen von Station 89 bis 93 um etwa 1000 m grössere Tiefe aufweisen wie 87 und 88, erklärt sich aus dem östlicher liegenden Kurse, indem das Lot nicht die höchsten Erhebungen, sondern den Ostabhang des Rückens berührte.

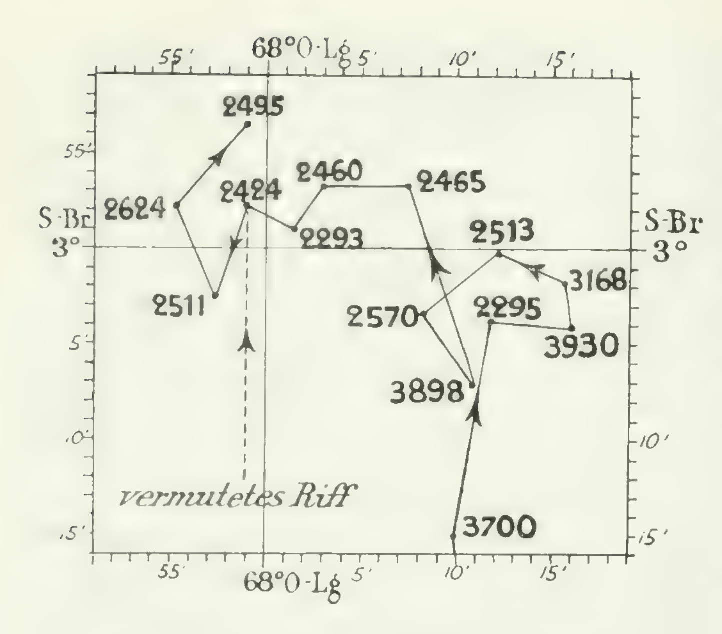
Da östlich von Madagaskar jegliche Lotungen bislang fehlten, so ging der ,,Planet“ im Zickzackkurs entlang der Ostküste nach Norden bis St. Marie-Insel, mit zahlreichen Lotwürfen die Lage der Isobathen zwischen der Tiefsee und der Küste festlegend. Das Ergebnis der Lotungen (siehe Tafel 5) zeigt, dass die Küste, welche nur mit einem schmalen Schelf umrandet ist, sich ziemlich steil zur Tiefsee absenkt; so liegt die Station 103 mit einer Tiefe von 2029 m in 13 sm Abstand von Land, was einem durchschnittlichen Böschungswinkel von 5° entspricht. Die südlichste Lotungsreihe ist im Profil in 10 facher Übertiefung hier wiedergegeben, ebenfalls die nördlichste, welche auf den Kurs zwischen St. Marie-Insel und Mauritius gewonnen ist. Das letztere Profil zeigt uns die aus einer Tiefe von 3—4000 m steil sich erhebende Bank von nur 545 m Tiefe mit einem Böschungswinkel von 13°. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Böschungswinkel wahrscheinlich noch bedeutend grösser ist, da unsere Lotungen nur die oberen und unteren Punkte der Böschung berührt haben. Dies ist auch ein bestimmender Grund für die Wahrscheinlichkeit der Existenz der ,,Dolphin“-Bank im Nordatlantischen Ozean, bei welcher ein Böschungswinkel von mindestens 14° berechnet wurde.

Die Bodenproben der Lotungen östlich von Madagaskar zeigten in den grösseren Tiefen häufig deutliche Schichtung. Der obere Teil bestand aus einem bräunlichen, meist sandigen Schlamm (Globigerinen), der untere aus einer festeren, tonigen Masse, welche grünliche Färbung aufwies und glasartige Bestandteile enthielt.

Von Mauritius ging die Fahrt über Diego Rodriguez nach Colombo (siehe für das Folgende die Karte des Reisewegs, Bd. I). Da zwischen Mauritius und Cargados letzthin eine Untiefe von 62 m gemeldet worden war*), so lief der ,,Planet“ zunächst nordöstlichen Kurs, um festzustellen, ob ein Zusammenhang dieser Untiefe (und vielleicht auch der Cargados-Bank) mit Mauritius bestünde. Zwei Lotungen (Stationen 122 und 123) mit 722 und 1985 m Tiefe ergaben, dass keine Verbindung vorhanden ist. Die Arbeiten des ,,Planet“ in diesem Gebiet berühren sich zum Teil eng mit denjenigen der ,,Percy-Sladen“-Expedition auf der ,,Sealark“, über welche Stanley Gardiner einen vorläufigen Bericht gegeben hat**). So sind einerseits von der ,,Sealark“ mehrere Lotungen zwischen Mauritius und Cargados gelegt worden, welche gut mit denjenigen des ,,Planet“ übereinstimmen, andererseits auch Lotungen östlich der Anschwellung, auf welcher Nazareth- und Saya de Malha-Bank liegen, ausgeführt worden, welche die ,,Planet“-Lotungen glücklich ergänzen, trotzdem beide Schiffe unabhängig voneinander areiteten. Die Lotungen der ,,Sealark“ liegen westlich der ,,Planet“-Lotungen und ergeben in Zusammenhang mit diesen, dass östlich der Bänke der Meeresboden sich zunächst auf 4000 m absenkt, um alsdann auf 2—3000 m wieder anzusteigen (,,Planet“-Stationen

*) Nachr. f. Seefahrer, 37, 1906, S. 280.

**) Geogr. Journal, 1906, Vol. 28, S. 314 u. ff.



125 und 126), so dass also parallel der Nazareth- und Saya de Malha-Bank sich ein zweiter Rücken erhebt; dazwischen liegt eine Rinne von über 4000 m. Ob eine Verbindung des Rückens mit der Chagos-Bank besteht, ist, da es hier gänzlich an Lotungen fehlt, ungewiss — die Hauptzüge des Reliefs sind in der Karte des Reisewegs, Bd. I, angedeutet.

Mit Schwierigkeiten verknüpft war die Nachforschung nach einem Korallenriff, welches sich nach der von Chun ausgesprochenen Vermutung in etwa 2° 57′ S. Br. und 67° 59′ Ö. L. befinden sollte*). Die „Valdivia" hatte in dieser Position 2743 m gelotet und dann mit dem Grundnetz gefischt. Dies war hierbei festgekommen und nur mit schwierigen Schiffsmanövern freigeworden. Der Inhalt des Netzes war sehr dürftig, jedoch wurde in demselben ein Bruchstück einer lebenden Koralle gefunden, woraus der Schluss gezogen wurde, dass das Netz den Rand eines aus grosser Tiefe bis nahe an die Oberfläche steil aufragenden Korallenriffs gestreift hätte. Der „Planet" hatte die Aufgabe, durch eine Reihe von Lotungen an der fraglichen Stelle nach der vermuteten Untiefe zu suchen.

Da das Schiff nicht tagelang nach der Untiefe loten konnte, so wurde beschlossen, die Position der „Valdivia"-Lotung, an die sich der Zug mit Grundnetz anschloss, nachzuloten und mit einem Kreis von Lotungen mit etwa 4 Sm Radius zu umgeben, dabei berücksichtigend, dass die Mittagsposition der „Valdivia" einige Seemeilen weiter östlich lag, dass also die „Valdivia" östlichen Kurs beim Dredschen gelaufen war. Weder am Abend des 25., noch am Morgen des 26. Juni war es wegen zu grosser Bewölkung möglich, ein astronomisches Besteck zu erhalten, so dass nach gegisstem gefahren werden musste. Frühmorgens wurden 2295 m gelotet (siehe die Lotskizze); da diese Tiefe nach gegisstem Besteck ungefähr in der „Valdivia"-Position lag, so umgaben wir sie mit Lotungen, ohne jedoch eine weitere Abnahme der Tiefe zu finden. Als es mittags aufklarte, ergab das Besteck, dass „Planet" südöstlich von dem vermuteten Riff gelotet hatte, so dass ein neuer Lotungskreis gelegt werden musste. Bei diesen neuen Lotungen ergaben sich ziemlich gleichmässige Tiefen von 2293—2624 m; der von der „Valdivia" mit 2743 m geloteten Tiefe entsprach eine Tiefe von 2424 m. Das Ergebnis der „Planet"-Lotungen ist, dass ein Riff im 2° 57′ S. Br. und 67° 55′ bis 68° 7′ Ö. L. nicht gefunden wurde**), dass aber steile Böschungen in dem Gebiet vorkommen, wie 1600 m Tiefenunterschied in 4 Sm Entfernung.

Der Meeresboden ist ausserdem von felsiger Beschaffenheit, so dass häufig die Schlammröhren beim Aufstossen Beschädigung des stets frisch zugeschärften unteren Endes aufwiesen; ferner gelang es nicht, eine Grundprobe zu erhalten; nur an der Aussenseite der mit Seife bestrichenen Röhre waren einige Spuren von Globigerinen-Schlamm vorhanden. Es ist daher anzunehmen, dass die Ablagerungen auf dem Meeresboden hier von lockerer Zusammensetzung sind, so dass die Probe aus der Schlammröhre beim Aufholen herausfällt, indessen ist auch die Möglichkeit vorhanden, dass die Menge der Ablagerungen hier überhaupt gering ist. Stanley Gardiner berichtet über die Lotungen zwischen Nazareth-Bank und Seychellen:

*) Vergl. Chun, Berichte der math.-phys. Klasse der Ges. f. Wissensch. zu Leipzig 1905, I.

**) Auch die „Sealark" hat in diesem Gebiet gelotet, ohne grössere Verflachungen zu finden.

In den ,,Passages", zwischen 100 und 1000 Faden Tiefe, war der Boden hart und ohne ausgeprägte Mud- oder Schlamm-Ablagerungen, sowie er nur in einem ,,Current-swept"-Gebiet gefunden werden kann*). Ebenso schliesst Gardiner aus der Abtrift der Netzleinen in einer bestimmten Tiefe auf starke Unterströme**) zu Tiefen bis über 1000 Faden, jedoch ist die Frage, ob tatsächlich Unterströmungen von solcher Stärke existieren, dass sie den Meeresboden in 2000 m Tiefe reinfegen, wohl noch nicht als gelöst zu betrachten. Weder die ,,Sealark" noch der ,,Planet" haben mit Strommessern in grösseren Tiefen gearbeitet, aber es muss der Wunsch ausgesprochen werden, dass auch dieser Frage, welche allerdings technische Schwierigkeiten bietet, näher getreten wird.

Auf dem Kurs Colombo—Padang fand der ,,Planet" eine neue Bank, welche in etwa 2° 50′ N. Br. und 90° 59′ O. L. sich mit 2100 m aus 4—5000 m Tiefe erhebt (siehe Tafel 8). Die Lotung von 4960 m westlich von Sumatra ergibt einen Anhalt für die nördliche Erstreckung des Mentaweigrabens, welchen auch weiter südlich die ,,Planet"-Lotung von 5310 m nachweist. Die in dem Sumatra vorgelagerten Inselgebiet geloteten Tiefen bestätigen im grossen die Zeichnung der Isobathen von Schott***); von Simalur (Pulo Babi) erstreckt sich eine Verseichtung nordwestwärts parallel der Küste von Sumatra, während zwischen Simalur und Sumatra Tiefen von über 1000 m vorhanden sind, jedoch nicht, wie weiter südlich das Mentawei-Becken durch Schwellen abgeschlossen, da die Bodentemperaturen von 6.3° in 1055 m auf 5.8° in 1150 m Tiefe abnehmen. Im Mentawei-Becken wurde zwischen die ,,Valdivia"-Lotungen von 1280 m und 1671 m eine Lotung gelegt, welche 1240 m mit der hohen Bodentemperatur von 6.5° ergab; 0.6° höher wie die von der ,,Valdivia" gemessene Temperatur. Da das Kipp-Thermometer, wie im Lotungsbuch vermerkt steht, 5 Minuten behufs Einstellung unten gelassen wurde, so wurde die Temperatur als vollgültig angesehen. Grössere Tiefen wie 1000—2000 m scheinen in dem Mentawei-Becken nicht vorhanden zu sein.

Zwischen Engano und Sumatra fanden sich gleichfalls grössere Tiefen von 1600—1900 m, jedoch durchweg mit niedrigen Bodentemperaturen, so dass hier, gleichwie im Norden, keine trennenden Schwellen den Zutritt des Tiefenwassers hemmen.

Bei Betrachtung der Tiefenkarte des Indischen Ozeans fiel bislang das Fehlen fast jeglicher Lotungen an der Südküste Javas auf, welche ähnlich wie die Ostküste Madagaskars ein erfolgverheissendes Gebiet für Lotungsarbeit versprach; dies um so mehr, als Supan in Analogie mit dem Mentawei-Graben auf Grund der südlich von Soembava geloteten Tiefe von 6204 m hier einen parallel der Küste laufenden Graben, den Sunda-Graben, angenommen hatte†). Daher wurde von Batavia aus der Kurs zurück durch die Sunda-Strasse genommen, um mit Zickzackkurs entlang der Südküste die Frage nach der Existenz dieses Grabens zu entscheiden (siehe Tafel 8). Der Zickzackkurs ist bei Lösung solcher Aufgaben der vorteilhafteste, indem er die Aussicht bietet, Tiefen oder Untiefen, die man infolge zu weit gelegter Lotungen beim ersten Schnitt des Profils verfehlt hat, beim rücklaufenden Kurs zu treffen; auch kann man auf diese Art bei knappbemessener Zeit am meisten von den charakteristischen Eigenschaften des Profils enthüllen.

Der ursprüngliche Plan, eine doppelte Zickzackkurve an die Südküste zu legen, wurde durch die Ergebnisse der ersten Lotungen geändert, da sich zeigte, dass nach einer Senkung des Meeresbodens auf 3500 m wieder ein Ansteigen erfolgte, so dass der Kurs südlicher gesetzt werden musste, als wie bei Beginn der Lotungen vermutet wurde. In 10° 1.5′ S.Br., 108° 5′ O.L.

*) A. a. O., S. 332.

**) S. 324 u. a.

***) ,,Valdivia"-Werk, Bd. I, Ozeanographie, Atlas Tafel 7.

†) Pet. Mitt. 1899: Tiefenkarte des Weltmeeres.

wurde die grösste Tiefe mit genau **7000** m getroffen; dies ist gleichzeitig die grösste Tiefe, welche jemals im Indischen Ozean gelotet worden ist (früher 6459 m in 18° 6' S.Br., 101° 54' Ö.L., gelotet von Sherard Osborn). Interessant ist, dass auch diese Maximal-Tiefe, analog derjenigen der beiden anderen Weltmeere, verbunden ist mit einer grabenförmigen Einsenkung des Meeresbodens nahe dem Kontinentalrand. Als bei der nächsten Lotung die Tiefe auf 5700 m anstieg, wurde nach Nordost umgedreht und der östliche Teil des Profils festgelegt.

Das Ergebnis der Lotungen ist der Nachweis eines Doppelgrabens südlich von Java, welcher dieselben Reliefverhältnisse aufweist, wie das Profil der Tiefen südwestlich von Sumatra. Dies wird am klarsten veranschaulicht durch die beiden Schnitte A—B und C—D (Tafel 8), welche senkrecht zu Sumatra und Java durch die Gräben gelegt sind. Man sieht, dass dem Mentawei-Becken der Vorgraben, dem Mentawei-Rücken die Anschwellung, welche analog mit Sunda-Rücken bezeichnet ist, und dem Mentawei-Graben der Sunda-Graben entspricht, nur dass südlich Java die Absenkungen 1500—2000 m tiefer liegen, wie westlich von Sumatra. Aber die Schnitte geben noch weitere Analogien: die Böschungswinkel sind annähernd dieselben, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Profile auf Grund der Isobathen konstruiert sind; ferner liegen bei beiden Gräben die Scheitel von Vor- und Haupt-Graben etwa 180 km voneinander entfernt, indessen die Entfernung des Sunda-Grabens von Java übereinstimmend mit seiner grösseren Tiefe im Durchschnitt grösser ist, wie die Entfernung des Mentawei-Grabens von Sumatra. Die Böschungswinkel sind, soweit sich aus den Lotungen ergibt, welche im allgemeinen nicht senkrecht zu den Gräben gelegt sind, gering und dürften nur selten 2° übersteigen; in der Regel scheint auch hier der Abfall des Grabens von Land aus steiler zu sein wie der Anstieg nach der Tiefsee. (Vergl. auch Supan: Die Sunda-Gräben in Peterm. Mitt., 1907, S. 70.) Kurz vor Drucklegung der Karte konnte noch eine Lotungsreihe des Kabeldampfers „Magnet“*) verwertet werden, welcher im Jahre 1907 eine Lotungsreise von der Sunda-Strasse nach den Keeling-Inseln gelegt hat und gleichfalls den Graben mit einer grössten Tiefe von 6604 m festgestellt hat.

5. Die Lotungen im Stillen Ozean.

(Hierzu Tafel 9 und 10.)

Im Australasiatischen Mittelmeer, dessen Tiefenverhältnisse durch die Arbeiten der „Siboga“-Expedition geklärt sind, wurden aus Mangel an Zeit keine ozeanographischen Arbeiten ausgeführt. Die Fahrt längs der Nordküste von Neu-Guinea wurde nach Möglichkeit wieder benutzt, um im Zickzackkurs Aufklärung über den Abfall der Insel zur Tiefsee zu schaffen. Die erste Anlotungsreihe bei Kap Hope (siehe Tafel 9) unter 132°20' Ö. L. ergab ein ungemein steiles Absinken der Küste zu 2000 m Tiefe. Der Böschungswinkel vom Festland zu 2440 m Tiefe ergibt bei 3.5 Sm Entfernung **21°**; derselbe wächst für die Stufe von 475 auf 2440 m auf **28°**. Bei einer zweiten Anlotung querab von einer Huk bei Angriffshafen ergab sich eine bedeutend geringere Böschung; die Tiefe von 1875 m fand sich in einem Landabstand von ca. 9 Sm, was einem Böschungswinkel von 6½° entspricht.

An der Nordostküste Neu-Guineas ist das Relief des Meeres sehr verwickelt, indem hier der Inselbogen von Neu-Pommern, Neu-Mecklenburg, Neu-Hannover über die Admiralitäts- und Hermit-Inseln sich fortsetzend ein oder mehrere Becken umschliesst, welche durch den

*) List of oceanic depths 1907. London 1908.

gemeinsamen Rücken, auf welchem die Inselgruppen liegen, von der Tiefsee abgeschlossen sind, ähnlich wie die Becken des Australasiatischen Mittelmeeres und das Mentawei-Becken. Der Rücken wird, soweit es sich nach den Lotungen des „Planet" beurteilen lässt, Tiefen von 1500—2000 m aufweisen, worauf auch die Bodentemperaturen hinweisen.

Betrachten wir zunächst Station 209, 210 und 211 westlich von Neu-Mecklenburg, so sehen wir, dass für 2150 m, 2380 m und 2700 m die Temperaturen gleich sind: 2.9° (Station 210 gibt für 2380 m 0.1° Abweichung, was innerhalb der Fehlergrenze liegt), dieselbe Temperatur ergibt auch die „Gazelle"-Station 111 für 2597 m; die Messung der Temperatur in 1500 m bei Station 211 ergab 3.1, so dass von ungefähr 1700 m ab Homothermie herrscht, folglich die drei Stationen in einem Becken liegen müssen, welches gegen das kalte Wasser der grösseren Tiefen abgeschlossen ist. Die Temperaturen nördlich des Rückens (Hermit-, Admiralitäts-, St. Matthias-Inseln) zeigen denn auch sämtlich bedeutend niedrigere Temperaturen, „Planet"-Station 308 in 2116 m 2.0°, Station 310 in 1940 m 2.3°*), „Gazelle"-Station 107 in 2798 m 1.6°. Etwas abweichend ist Station 213 („Planet"), wo in 2714 m 2.4° gefunden wurde; wenn auch noch niedriger, wie die Temperatur in dem Becken, so ist sie doch höher wie die anderen Temperaturen nördlich des Rückens, so dass es mutmasslich eine lokale Einsenkung am Nordrande des Rückens ist. (Ein fehlerhaftes Funktionieren des Thermometers ist allerdings nie ausgeschlossen, bei der guten Übereinstimmung sonst aber nicht wahrscheinlich.) Ebenso wurde südlich des St. Georgskanals in 2036 m Tiefe 2.1° festgestellt**). Ob die Verbindung des Rückens von den Hermit-Inseln oder von den Admiralitäts-Inseln aus nach Neu-Guinea hinüber geht, müssen erst spätere Lotungen zeigen. Erwähnt sei noch eine Lotung bei der Insel Matty, welche in 350 m Abstand 400 m Tiefe ergab, Böschungswinkel 49°; demgemäss ist bei der Insel auch kein Ankergrund vorhanden; man sieht, am Rande des Riffs stehend, den senkrechten Abfall zur Tiefe.

Nachdem im Bismarck-Archipel von Oktober bis Dezember S. M. S. „Planet" der Vermessung des Inselgebiets bei Neu-Hannover obgelegen hatte, wurde Anfang Januar die Fahrt nach Hongkong über Yap und Manila angetreten; Weihnachten 1906 wurde die Besatzung abgelöst, und Kapitänleutnant Kurtz übernahm das Kommando.

Die wenigen Lotungen Matupi bis Yap ergaben ziemlich wechselnde Tiefen, bedingt durch die grössere oder geringere Annäherung an einzelne der kleinen Inselgruppen. Zwei von der Westkante des Aussenriffs von Palau nach See zu gelegte Lotungen zeigten in 1 Sm Entfernung die Tiefe von 412 m, Böschungswinkel von 12,5°), in 6 Sm vom Riff 1388 m an (Böschungswinkel abnehmend auf 6°).

Die Lotungen von den Palau-Inseln westwärts nach Süd-Mindanao weisen, wie die weiter nördlich liegenden Lotungen der Kabeldampfer, eine relativ gleichförmige Tiefsee mit 4—6000 m auf bis etwa 100 Sm Entfernung von den Philippinen. Von hier aus wurden die Lotungen dichter gelegt, um die Haupttiefen des vermuteten Grabens nicht zu verfehlen (siehe Tafel 10). Nachdem am Nachmittage des 27. Januar über 7000 m gelotet waren, ergab die Abendlotung 8554 m a b e r o h n e G r u n d, da bei dieser Tiefe der auf der Lottrommel befindliche Draht zu Ende war; es gelang, den Draht mit Gewicht aus dieser Tiefe wieder hoch zu bringen! Bei der nächsten Lotung ergab sich annähernd dieselbe Tiefe, jedoch wurden einige hundert Meter Draht verloren; bringt man diese in Abzug, so reduziert sich die Tiefe auf 8000 m. Bei nordöstlichem Kurs von der Küste nach See wurden als grösste Tiefe 7900 und bei wieder west-

*) Auf der Fahrt Hongkong—Matupi gemacht (siehe Ann. der Hydr., 1907, S. 388).

**) Vergl. auch Ann. d. Hydr., 1908, S. 477.

lichem 8500 m gelotet; die beiden Lotungen von 8500 m liegen etwa 40 Sm von der Küste entfernt und dürften sich in der grössten Senke des Grabens befinden. Um einen Einblick in die Reliefverhältnisse des östlich sich erstreckenden Mare incognitum zu gewinnen, wurde der Kurs in einem weit nach Osten ausbiegenden Bogen nach der Bernardino-Strasse genommen. Wenngleich die Lotungen hier nicht sehr dicht gelegt sind, so lassen sie doch im Zusammenhang mit den nördlichen Lotungen der Kabeldampfer erkennen, dass der Graben eine an den Abfall des Kontinents zur Tiefsee gebundene Erscheinung darstellt, da weiter östlich der Meeresboden keine Störungen von annähernd gleich grossem Ausmass aufweist. Bei Annäherung an Samar wurde der Graben wieder festgelegt; der „Planet" lotete hier die grösste Tiefe von **8900 m** in 25 Sm Entfernung von der Küste. Bis auf 20 m konnte der Draht wieder eingehievt werden, der Vorlauf und einige Meter Draht hatten jedoch auf dem Boden gelegen und waren abgerissen, so dass die gelotete Tiefe von 8963 m auf 8900 m reduziert ist. Die nördliche Ausdehnung des Philippinen-Grabens wird bei der Bernardino-Strasse unterbrochen, da er in den dicht gelegten Lotungen des Kabeldampfers „Nero" nicht mehr einwandfrei nachweisbar ist. Zwischen Manila und Hongkong wurden keine systematischen Lotungen gelegt.

Auf der Rückreise von Hongkong nach Matupi hat der „Planet" eine grössere Anzahl Lotungen von den Liukiu-Inseln in meridionaler Richtung gelegt, welche mit zur Konstruktion der Karte verwendet sind*). Dieselben zeigen die südwestliche Fortsetzung des Liukiu-Grabens mit einer Tiefe von 6585 m; nördlich von Luzon und bei den Batan-Inseln liegen die Lotungen nicht dicht genug, um über die Existenz eines Grabens etwas sicheres auszusagen, jedoch ist eine solche wahrscheinlich. Westlich von Luzon haben die Lotungen des „Planet" einen neuen Rücken aufgedeckt mit Tiefen von 2000—3000 m.

Die durch die Kabeldampfer „Edi" und „Stephan" gefundenen Gräben sind von Schott und Perlewitz**) einer eingehenden Bearbeitung unterzogen worden; eine beachtenswerte Zusammenfassung unserer Kenntnis der ozeanischen Gräben gibt Arldt in einem Aufsatz „Über die geographische Lage der abyssischen Gräben"***).

Der vom „Planet" gefundene Philippinen-Graben schliesst sich in seiner Erscheinungsform den abyssischen Gräben an der Westseite des Stillen Ozeans an, die entstanden sind durch Zerrung infolge ostwärts absinkender Schollen. Die Gräben sind stets an einer Seite begleitet von jungen Faltengebirgen, mit denen sie genetisch verknüpft sind. Ihr Profil ist nicht symmetrisch, da die Höhe ihres seewärts gelegenen Abhangs etwa 4—5000 m unter der Meeresoberfläche bleibt, während die andere Flanke meist in einigen 1000 m hohen Gebirgen gipfelt; ihr Böschungswinkel ist meist steiler an der Landseite (siehe das Profil Tafel 10). Das Grundgebirge der Philippinen†) besteht aus einer Anzahl von Ketten, von denen nur Bruchstücke sichtbar sind. Die östliche Sierra von Mindanao streicht südsüdöstlich und ist wahrscheinlich die Fortsetzung der Insel Leyte, südöstlich streicht auch ein Zug von Kohlenflötzen von Süd-Luzon nach Samar. In Süd-Luzon ist das Gebirge vollständig zerbrochen und von ausgedehnten vulkanischen Massen überdeckt. Der Philippinen-Graben begleitet, von Südsüdost nach Nordnordwest laufend, die Gebirgsketten von Mindanao bis Süd-Luzon; weiter nördlich ist er trotz der engen Lotungen der Kabeldampfer nicht mehr nachweisbar,

*) Siehe den Bericht von Kaptlt. Kurtz in Ann. d. Hydr. 1907, S. 345.

**) Lotungen J. N. M. S. „Edi" und des Kabeldampfers „Stephan" im westlichen Stillen Ozean. Archiv d. Deutschen Seewarte, Bd. 29, 1906, No. 2.

***) Globus 1908, XCIII, No. 4, S. 60.

†) Vergl. Suess: Das Antlitz der Erde, II, S. 214.

so dass wir hier — ebenso wie auf dem Festlande — eine Vernichtung des ursprünglichen Reliefs durch später wirkende Kräfte annehmen müssen. Denselben engen genetischen Zusammenhang mit den Erscheinungsformen der angrenzenden Inselketten zeigten auch die Sunda-Gräben, bei denen sich die Kette der Mentawei-Inseln westlich Sumatra klar in dem Bodenrelief der Tiefsee südlich von Java als Rücken markiert, nur dass hier bei Java durchweg eine grössere Absenkung stattfand. So treten mehr und mehr, je weiter die Sondierungsarbeit der Ozeane fortschreitet, die Zusammenhänge des Reliefs des Meeresbodens mit der Frage nach der Gestaltung der Festlands- und Inselformen hervor; um ein Bild von den dislozierenden Kräften und ihren Hauptwirkungen auf der Erdkugel zu gewinnen, bedarf die Morphologie der Erdoberfläche stets auch der Kenntnis des Reliefs der Tiefsee.



Drittes Kapitel.

Die Untersuchungen in den einzelnen Tiefenschichten des Meeres.

1. Allgemeines.

Nachdem im Kapitel I das Notwendige über die Methoden der Temperatur-, Salzgehalts- und Gasgehalts-Bestimmungen gesagt ist, werden im Nachfolgenden die Beobachtungen selbst mitgeteilt. Die geographische Verteilung dieser Serien-Beobachtungen ist aus der Übersichtskarte (Tafel 11) zu ersehen. Am dichtesten gelegt sind die Serien im Atlantischen Ozean bis zum südlichen Wendekreis, wo der „Planet" noch wenig durch systematische Lotungsarbeiten in Anspruch genommen war; im weiteren Verlauf der Reise nahmen die Lotungen einen grossen Teil der zu ozeanographischen Arbeiten zur Verfügung stehenden Zeit in Anspruch, so dass die Serien nur in etwas grösseren Zwischenräumen ausgeführt werden konnten.

Bei der Wahl der Tiefenschichten, welche bei den Serien untersucht wurden, ist, soweit spezielle Probleme nicht Ursache zu Änderungen waren, Wert darauf gelegt worden, nach Möglichkeit stets dieselben Hauptschichten zu untersuchen; es sind dies die 100, 200, 400, 800 und 1000 m-Schicht. Im Verlauf der Reise wurde dann mehr und mehr Rücksicht auf die Festlegung der in den tropischen Gebieten ausgeprägten Sprungschicht gelegt, wozu Stufen von 25 zu 25 m notwendig erschienen; in einzelnen Fällen sind auch die tieferen Schichten bis zu 4000 m Tiefe hinab auf Temperatur, Salzgehalt und Gasgehalt untersucht worden. Zuweilen musste auch eine Serie geteilt werden, so dass an einem Tage die Oberflächenschichten, am nächsten Tage die Tiefenschichten erforscht wurden.

In den Tabellen wird die T e m p e r a t u r nur in $^1/_{10}$ Celsius mitgeteilt, da eine grössere Genauigkeit nicht verbürgt ist; d i e S a l z g e h a l t s w e r t e „S" sind alle mittels Chlor-Titrierung im Anschluss an die hydrographischen Tabellen von Knudsen an Bord bestimmt nach diesen Tabellen ist auch die Berechnung der Dichte „σ_t" erfolgt. Die S a u e r s t o f f - w e r t e sind mittels der Winklerschen Methode ebenfalls an Bord erzielt worden; sie geben den Gehalt an Sauerstoff in ccm pro Liter Seewasser an. Ausser den auf 1 l Wasser reduzierten Sauerstoffmengen ist auch jeweils das Sättigungsdefizit der betreffenden Proben berechnet worden, indem hierunter die Differenz zwischen dem bei den gefundenen Temperatur- (und Salzgehalt-) Werten möglichen Maximum an Sauerstoff und der bei dieser Temperatur tatsächlich gemessenen Sauerstoffmenge verstanden wird.

Alle Werte, welche nicht ganz einwandfrei erschienen, weil Störungen in der Funktion der Apparate, Fehler bei der Entnahme der Wasserproben oder bei der Untersuchung selbst vorkamen, sind fortgelassen oder, wenn der Fehler nur von geringem Ausmass war, eingeklammert und mit Bemerkungen versehen worden.

Die Genauigkeit der Beobachtungen konnte kontrolliert werden, wenn eine Station wiederholt wurde, wie z. B. die 1000 m-Tiefe bei Station 73/74, die 400 m-Tiefe bei Station 179/181; auch die Beobachtungen aus 3000 m-Tiefe der Stationen 30 und 40 können dazu herangezogen werden. Ein Vergleich der Resultate ergibt eine zufriedenstellende Übereinstimmung, welche sich auch bei einer Nebeneinanderstellung der Werte von Station I mit einer in der Nähe liegenden Station des dänischen Forschungdampfers ,,Thor" zeigt*). Den bis Hongkong vom Verf. ausgeführten Beobachtungen sind noch angeschlossen die auf der Fahrt Hongkong-Matupi gemachten Beobachtungsreihen, deren Salzgehalt auf der Deutschen Seewarte bestimmt wurde**).

Die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung der Serien wird unterstützt durch die graphische Darstellung (siehe Tafel 12—18). Bei letzterer ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Kurven in einzelnen Fällen, wo nur in wenigen Schichten beobachtet worden ist, nicht ein getreues Bild der tatsächlich bestehenden vertikalen Verteilung der einzelnen Elemente geben, sondern die Verteilung nur angenähert (geradlinig interpoliert) darstellen; ein Interpolieren der Kurven nach benachbarten Stationen erschien jedoch zu gewagt, da hierzu das zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial zu gering ist; sämtliche durch einen kleinen Kreis gekennzeichnete Beobachtungen wurden daher nur durch gerade Linien mit einander verbunden.

---

*) Siehe Ann. d. Hydr., 1907, S. 513.

**) Vergl. Ann. d. Hydr., 1907, S. 441 u. ff.

2. Physikalisch-chemische Beobachtungen in den Tiefenschichten.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen

Atlantischer Ozean.

Station 1*). 46°52′ N. Br. 7°4′ W. Lg. 26. I. 1906. 8a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	11.6	35.49	27.08	5.98*)	—0.07	Die Temperatur-Angaben sowie das richtige Funktionieren des Schöpfers sind durch ein unter dem Schöpfer hängendes Thermometer mit Propeller-Auslösung kontrolliert.
600	10.4	35.52	27.32	4.80	—1.43	
800	10.0	35.70	27.52	4.40	—1.87	
1000	9.4	35.66	27.59	—	—	
1500	6.5	35.35	27.80	5.02	—1.76	
4610	—	35.08	—	—	—	

*) 27. I. 12a entnommen.

Station 2. 41°19′ N. Br. 11°31′ W. Lg. 28. I. 1906. 12½p.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	13.4	35.84	26.98	5.98*)	—0.07	
100	13.0	35.70	26.95	5.70	—0.20	Kipprahmen, wie bei Station 1 unter Schöpfer gehängt, funktioniert nur bei 600 m; Thermometer zeigten gute Uebereinstimmung.
200	11.8	35.61	27.12	5.28	—0.77	
400	11.0	35.52	27.20	5.19	—0.96	
600	10.6	35.57	27.31	4.74	—1.46	
800	10.7	35.79	27.48	4.21	—1.99	

*) 27. I. 12a entnommen.

Station 3*). 35°58′ N. Br. 7°54′ W. Lg. 4. II. 1906. 9a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	15.5	36.40	26.94	5.57	—0.07	Bei 500 m Manometerprobe mit Maximum-Minimum-Thermometer und Sigsbee-Schöpfer. Bei den übrigen Tiefen wieder Kontrolle durch Kippthermometer unter dem Schöpfer; bei 800 m zeigt Thermometer am Schöpfer um $^{5}/_{10}{}^{0}$ höher wie im Kipprahmen. Schiff holt stark über.
500	11.2	35.62	27.24	—	—	
600	10.9	35.61	27.28	3.86	—2.30	
800	10.4	35.73	27.49	3.92	—2.30	
1000	10.1	35.84	27.61	3.99	—2.27	
1418	9.5	—	—	—	—	

*) Am Ausgang der Gibraltar-Strasse.

Station 4

gestrichen, da Werte nicht zuverlässig.

*) Siehe auch Karte Reiseweg, „Planet“ Band I, Reisebeschreibung.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
Station 5. 34°46′ N. Br. 11°9′ W. Lg. 5. II. 1906. 7a.						
0	15.3	36.31	26.93	—	—	Grobe See. Kontrolle der Temperatur wie bei früheren Stationen.
400	11.7	35.68	27.18	4.78	—1.21	
800	11.0	35.84	27.44	4.10	—2.05	
1000	10.8	36.09	27.69	4.16	—1.95	
Station 6. 30°5′ N. Br. 20°45′ W. Lg. 8. II. 1906. 8a.						
0	17.8	36.74	26.68	5.37	—0.05	Krümmel-Schöpfer bei 600 und 1000 m zu früh geschlossen, daher hier nur Temperatur aus dem unter dem Schöpfer hängenden Kipprahmen. 400 und 800 m mit Pettersson-Schöpfer.
400	13.3	35.77	26.95	—	—	
600	11.4	—	—	—	—	
800	10.0	35.52	27.37	—	—	
1000	8.7	—	—	—	—	
1500	6.0	35.26	27.78	4.79	—2.06	
4943	—	(34.88)*	—	—	—	*) Wasser aus Schlammröhre.
Station 7. 24°20′ N. Br. 22°37′ W. Lg. 10. II. 1906. 10a.						
0	19.7	36.60	26.08	5.26	+0.02	Bei 800 und 1000 m Pettersson-Schöpfer. Bei den übrigen Tiefen Krümmel-Schöpfer, nach Reparatur stetig gut funktionierend.
200	17.2	36.42	26.58	4.47	—1.01	
400	13.1	35.62	26.88	2.80	—3.11	
600	10.9	35.46	27.17	3.01	—3.16	
800	8.4	35.26	27.44	—	—	
1000	7.2	35.08	27.47	3.44	—3.25	
1500	5.6	35.16	27.72	4.47	—2.46	
4853	(2.5)	35.01	27.97	—	—	
Station 8. 19°38′ N. Br. 23°0′ W. Lg. 12. II. 1906. 6a.						
0	19.7	36.29	25.85	5.10	—0.16	1000 m Bestimmung zur Kontrolle des Salzgehaltsminimums in dieser Tiefe bei Station 7; dasselbe erweist sich als richtig.
1000	6.4	34.94	27.49	2.79	—4.03	
4060	2.5	—	—	—	—	

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen

Station 9. 13°16′ N. Br. 23°30′ W. Lg. 19. II. 1906. 9³/₄a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter
0	23.3	35.75	24.43	4.81	—0.19
400	10.7	35.14	26.96	2.37	—3.85
600	9.1	34.92	27.05	(1.52)	(—4.92)
800	6.4	34.81	27.38	2.37	—4.45
1000	5.7	34.83	27.48	2.91	—4.02
1200	5.0	34.90	27.62	3.55	—3.49
1500	4.1	(34.88)	—	—	—
4460	—	—	—	—	—

Bei 600 m Tiefe Sauerstoff etwas zu hoch, da übertitriert.

Bei 1500 m Tiefe ist der richtige Schluss des Wasserschöpfers fraglich, daher Salzgehalt eingeklammert. Lotinstrumente verloren.

Station 10 a. 11°9′ N. Br. 22°8′ W. Lg. 20. II. 1906. 10a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter
0	23.1	35.43	24.47	4.89	—0.12
25	23.1	35.43	24.47	4.92	—0.09
50	22.9	35.48	24.34	4.47	—0.06
100	13.8	35.41	26.56	—	—
200	12.1	35.16	26.71	2.17	—3.87
300	11.0	35.03	26.82	1.89	—4.29
400	10.0	35.03	27.00	1.17	—5.13
5124	2.6	34.87	27.84	—	—

Kontrolle wie früher durch ein unter den Schöpfer gehängtes Kippthermometer mit Propeller-Auslösung. In 400 m zeigte Thermometer am Krümmel-Schöpfer zu niedrig — wahrscheinlich Faden falsch abgerissen.

Station 11. 6°57′ N. Br. 15°15′ W. Lg. 23. II. 1906. 6³/₄a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter
0	27.8	34.65	22.21	(4.69)	—0.02
50	15.9	35.48	26.15	(1.21)	—4.41
100	14.3	35.41	26.46	(1.82)	—3.97
200	12.8	35.23	26.63	(2.19)	—3.77
400	8.5	34.87	27.11	(1.30)	—5.21
600	6.4	34.72	27.31	(1.91)	—4.92
800	5.3	34.60	27.35	—	—
1000	4.7	34.76	27.50	—	—
4743	2.5	34.87	27.85	—	—

In 25 m Tiefe etwa 27°, Thermometerskala reichte nicht aus.

Bei 800 und 1000 m Pettersson-Schöpfer, sonst Krümmel-Schöpfer.

Sauerstoff-Proben haben (mit Zusatz von Natriumhydroxyd und Manganchlorür) einige Tage gestanden, ehe sie mit Salzsäure versetzt und der Jodgehalt titrimetrisch bestimmt wurde. Wenngleich Änderung nicht wahrscheinlich, so sind doch die Werte in Klammern gesetzt.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen

Station 12. 7°16′ N. Br. 14°51′ W. Lg. 23. II. 1906. 5 1/2 p.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	27.8	34.76	22.30	—	—	Zur Untersuchung des Temperaturgefälles zwischen 0 und 50 m während der Lotung ausgeführt.
25	24.5	—	—	—	—	
40	21.7	—	—	—	—	
50	18.0	—	—	—	—	
4226	2.4	—	—	—	—	

Station 15. 4°37′ N. Br. 9°52′ W. Lg. 3. III. 1906. 5p.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	29.2	33.79	21.12	—	—	Kontrolle wie früher. Gute Übereinstimmung der Thermometer.
25	28.3	35.68	22.83	4.93	+ 0.36	
50	19.0	35.59	25.49	2.75	— 2.59	
100	14.9	35.44	26.35	2.11	— 3.61	
200	13.1	35.25	26.58	1.89	— 4.03	
400	8.3	34.74	27.05	1.96	— 4.59	

Station 16. 2°40′ N. Br. 6°24′ W. Lg. 5. III. 1906. 9 1/4 a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	28.5	35.11	22.44	(4.24)	(— 0.27)	Sauerstoff für Oberfläche nach Station 18.
200	13.7	35.39	26.57	2.36	— 3.49	
400	8.1	34.72	27.06	2.46	— 4.12	
600	5.8	34.56	27.26	2.79	— 4.14	
800	4.8	34.51	27.33	3.07	— 4.02	
1000	4.3	34.60	27.46	3.46	— 3.73	

Station 18. 1°35′ N. Br. 5°9′ W. Lg. 6. III. 1906. 7 1/2 a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	28.4	34.94	22.24	4.24	— 0.39	In 50 m Tiefe zeigte das 1 m unterhalb des Krümmel-Schöpfers hängende Kippthermometer zweimal 1° niedriger wie das am Schöpfer befindliche Thermometer, so dass hier das Temperaturgefälle auf 1° pro 1 m Niveau-Differenz anzunehmen ist.
25	28.5	34.79	22.10	4.33	— 0.31	
50	28.2	34.97	22.33	4.37	— 0.28	
75	17.7	35.64	25.85	—	—	
100	15.5	35.55	26.30	2.44	— 3.22	
200	13.3	35.32	26.59	2.59	— 3.32	
400	8.0	34.72	27.07	1.96	— 4.63	

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
Station 21. 4°51′ S. Br. 4°53′ W. Lg. 9. III. 1906. 6a.						
0	27.8	35.48	22.84	—	—	Nur mit Pettersson-Schöpfer gearbeitet, daher keine Sauerstoff-Bestimmungen. Temperatur bei 100 m etwas hoch, wahrscheinlich weil Draht sehr schlecht ausstand.
50	24.2	35.88	24.26	—	—	
100	17.4	35.66	25.94	—	—	
400	8.0	34.78	27.12	—	—	
800	4.4	34.49	27.36	—	—	
1000	4.1	34.63	27.51	—	—	
2000	3.3	34.87	27.77	—	—	
3000	2.6	34.88	27.85	—	—	
4688	2.4	34.87	27.85	-	-	
Station 24. 9°31′ S. Br. 5°45′ W. Lg. 12. III. 1906. 2p.						
0	26.0	36.40	24.05	4.59	—0.16	1000 m Tiefe erst mit Krümmel-, sodann mit Pettersson-Schöpfer gemacht, um Resultate in bezug auf Salzgehalt und Sauerstoff-Angaben zu vergleichen; Übereinstimmung gut.
25	25.9	36.26	24.03	(5.13)	+ 0.33	
50	25.8	36.24	24.04	4.59	—0.20	
100	15.2	35.55	26.09	2.31	—3.38	
200	10.2	34.96	26.91	1.77	—4.52	
400	8.1	34.74	27.08	1.07	—5.51	
800	4.5	34.56	27.41	3.13	—4.02	
1000	4.1	34.63	27.52	3.50	—3.72	
1000	4.0	34.65		3.43	—3.81	
1500	3.6	—	—	—	—	
4294	(2.6)	34.92	27.88	—	—	
Station 25. 16°37′ S. Br. 4°40′ W. Lg. 19. III. 1906. 12½p.						
0	23.7	36.42	24.82	4.78	—0.16	Da bei den bislang gebrauchten Kippthermometern sich der Übelstand bemerkbar macht, dass der abgerissene Faden nicht vollständig wieder zurückgeht, so wird Thermometer No. 766 in Gebrauch genommen, bei dem das Hüllrohr bis auf 0.2 Atmosphären evakuiert ist. Dieses ergibt in grösseren Tiefen bis um 0.3° niedrigere Werte wie die anderen Thermometer.
25	23.3	36.17	24.75	5.03	+ 0.05	
50	23.2	36.20	24.81	4.70	—0.27	
75	19.9	35.99	25.56	5.34	+ 0.08	
100	17.9	35.82	26.00	4.90	—0.53	
400	8.0	34.63	27.01	2.25	—4.34	
800	4.0	34.45	27.37	3.61	—3.63	
900	3.8	34.49	27.42	3.69	—3.59	
1000	3.7	34.54	27.48	3.69	—3.60	
1500	3.4	34.78	27.69	4.84	—2.50	
4920	2.7	34.88	27.84	—	—	

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
m	C°	‰	σ_t	ccm/Lit.	ccm/Liter	

Station 30. 21°14′ S. Br. 3°30′ Ö. Lg. 24. III. 1906. 2p.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	22.2	35.90	24.86	5.06	—0.01	
50	21.5	35.88	25.04	5.12	—0.01	
100	17.0	35.37	25.97	5.46	—0.06	
200	12.5	35.03	26.53	3.51	—2.49	In 1000 und 1500 m Tiefe Pettersson-Schöpfer.
400	8.2	34.63	26.98	3.17	—3.39	
800	4.0	34.47	27.39	3.25	—3.99	Kontrolle der Thermometer durch Kipprahmen unter Schöpfer.
1000	3.5	34.54	27.49	—	—	
1500	3.3	34.81	27.73	—	—	
3000	2.5	34.87	27.85	5.63	—1.87	
5058	2.5	34.88	27.86	—	—	

Station 40. 24°19′ S. Br. 7°25′ Ö. Lg. 27. III. 1906. 12½p.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	20.9	35.60	25.00	5.26	+0.07	
100	16.5	35.41	25.97	5.25	—0.34	
400	8.1	34.60	26.96	3.80	—2.78	Zum Vergleich mit Station 30, welche nördlich des Walfisch-Rückens liegt, indessen Station 40 südlich liegt.
800	3.9	34.43	27.37	3.98	—3.28	
1500	3.1	34.67	27.63	4.71	—2.68	
3000	2.6	34.88	27.85	5.47	—2.00	
4151	1.5	34.74	27.83	—	—	

Indischer Ozean.

Station 54. 39°57′ S. Br. 20°7′ Ö. Lg. 17. IV. 1906. 8½a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	20.1	35.52	25.14	4.87	—0.38	
50	20.5	35.53	25.06	4.87	—0.35	
100	19.7	35.57	25.30	4.60	—0.68	
200	16.5	35.53	26.06	—	—	Im Agulhasstrom.
400	14.0	35.39	26.51	4.74	—1.08	Kontrolle wie früher.
800	9.4	34.85	26.95	4.50	—1.89	
1000	5.4	34.45	27.21	4.85	—2.15	
5368	0.7	—	—	—	—	

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
Station 56. 42°55′ S. Br. 22°53′ Ö. Lg. 19. IV. 1906. 7a.						
0	9.9	34.38	26.51	—		In der Westwindtrift. Sauerstoff von 400 m etwas übertitriert.
50	9.8	34.42	26.54	6.43	+ 0.07	
100	9.5	34.33	26.53	6.33	— 0.07	
200	6.9	34.34	26.94	5.88	— 0.89	
400	4.9	34.34	27.19	(5.60)	— 1.49	
Station 60. 49°31′ S. Br. 29°16′ Ö. Lg. 22. IV. 1906. 7a.						
0	3.5	33.84	26.93	7.30	— 0.07	In 800 m Schöpfer nicht funktioniert. Grobe See. Sauerstoffproben nur mit Reagenzien versehen, erst nach einigen Tagen endgültige Bestimmung.
100	3.3	33.82	26.92	7.37	— 0.03	
200	2.2	34.13	27.27	6.16	— 1.41	
400	2.3	34.36	27.46	4.91	— 2.64	
800	2.3	—	—	—	—	
1000	2.3	34.65	27.69	4.14	— 3.40	
1500	2.2	34.78	27.71	4.39	— 3.10	
5065	0.2	—	—	—	—	
Station 73. 31°28′ S. Br. 32°13′ Ö. Lg. 4. V. 1906. 8a.						
0	22.8	35.68	24.53	4.83	— 0.21	Ein Kippthermometer durch Wasserdruck zertrümmert. Sauerstoff-Gehalt in 150 m etwas zu hoch, da übertitriert.
100	21.7	35.62	24.81	5.04	— 0.08	
150	18.4	35.39	25.49	(4.62)	— 0.77	
200	17.2	35.52	25.88	4.76	— 0.74	
400	12.9	35.21	26.60	4.79	— 1.16	
600	10.3	34.83	26.79	4.99	— 1.28	
800	7.3	34.56	26.98	4.65	— 2.05	
1000	5.5	34.49	27.23	4.05	— 2.93	
Station 74. 31°49′ S. Br. 32°55′ Ö. Lg. 15. V. 1906. 8¾a.						
0	22.3	35.68	24.67	4.89	— 0.19	Zur Kontrolle von Station 73, ungefähr in derselben Position.
1000	5.4	34.52	27.27	4.01	— 2.99	
2000	2.6	34.74	27.74	4.33	— 3.15	

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
m	C°	‰	σ_t	ccm/Lit.	ccm/Liter	

Station 82. 36°42′ S. Br. 42°4′ Ö. Lg. 19. V. 1906. 9a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	18.5	35.59	25.61	5.31	—0.07	
50	18.3	35.55	25.63	5.22	—0.18	
100	17.7	35.46	25.72	5.19	—0.26	
150	16.5	35.35	25.92	4.29	—1.27	
200	15.3	35.23	26.10	4.78	—0.91	Kontrolle wie früher durch Kippthermometer unter Schöpfer.
400	12.6	35.14	26.60	4.86	—1.14	
800	7.4	34.54	27.02	—	—	
1000	4.6	34.38	27.25	4.67	—2.47	
1500	3.2	34.52	27.50	4.00	—3.38	

Station 98. 24°24′ S. Br. 48°42′ Ö. Lg. 26. V. 1906. 11a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	24.9	35.01	23.40	4.71	—0.19	
100	23.9	35.01	23.70	4.59	—0.38	
200	19.6	35.36	25.16	3.96	—1.33	Die Wasserentnahme aus 4000 m nimmt zwei Stunden Zeit in Anspruch; Sauerstoffmenge bei 4000 m etwas zu gross, da Luftblase in Flasche. Kontrolle wie früher.
400	14.1	35.34	26.45	4.88	—0.93	
800	9.4	34.78	26.90	5.08	—1.32	
1000	6.8	34.56	27.12	4.56	—2.20	
1500	3.2	34.63	27.59	3.80	—3.57	
4000	1.1	34.74	27.85	(4.59)	—3.18	

Station 120. 16°29′ S. Br. 51°48′ Ö. Lg. 5. VI. 1906. 8a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit	Bemerkungen
0	25.8	35.14	23.22	4.66	—0.14	
100	23.4	35.14	23.94	4.73	—0.27	
200	18.7	35.48	25.48	4.01	—1.36	
400	11.8	35.08	26.71	5.06	—1.02	Kontrolle wie früher; Übereinstimmung der Thermometer gut.
800	6.1	34.58	27.23	3.42	—3.46	
1000	4.9	34.63	27.42	2.96	—4.11	
1500	3.2	34.70	27.65	3.39	—3.98	
4568	1.1	—	—	—	—	

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
Station 124. 17°52′ S. Br. 63°55′ Ö. Lg. 18. VI. 1906. 2p.						
0	24.9	35.01	23.41	4.74	—0.16	Draht steht bei 750 m Tiefe sehr schlecht aus, so dass die erreichte Tiefe wahrscheinlich geringer ist. Sauerstoffgehalt hier etwas zu gross, da übertitriert.
125	23.2	35.28	24.10	4.88	—0.14	
250	19.6	35.59	25.34	4.34	—0.95	
500	11.5	35.05	26.74	5.21	—0.91	
750	7.9	34.61	27.01	(4.90)	(—1.70)	
1000	5.5	34.63	27.35	2.70	—4.27	
1500	3.9	34.67	27.55	2.86	—4.39	
3167	1.9	34.74	27.80	—	—	
Station 127. 8°45′ S. Br. 64°52′ O. Lg. 23. VI. 1906. 6a.						
0	27.3	34.67	22.39	4.91	+0.19	Sauerstoffgehalt 200 und 800 m etwas zu gross, da übertitriert.
50	23.3	34.90	23.79	3.82	—1.19	
75	20.0	35.26	24.98	3.40	—1.87	
100	17.7	35.17	25.50	2.33	—3.14	
200	13.5	35.07	26.36	(2.20)	(—3.68)	
400	9.8	34.85	26.88	2.96	—3.38	
800	6.6	34.74	27.29	(1.13)	(—5.66)	
1000	5.6	34.76	27.43	1.85	—5.11	
1500	3.8	34.74	27.62	2.35	—4.92	
4220	1.8	34.69	27.75	—	—	
Station 144. 1°52′ N. Br. 74°45′ Ö. Lg. 30. VI. 1906. 9a.						
0	29.0	35.17	22.22	4.39	—0.19	Temperatur von 50 und 80 m nur geschätzt, da Thermometerskala nur bis 27° reichte. Bei Stationen 144 und 145 kein Kontrollthermometer.
50	(27.5)	35.07	(22.41)	4.41	—0.29	
80	(27.5)	35.08	(22.41)	3.39	—1.31	
100	22.7	35.17	24.18	2.86	—2.19	
120	21.1	35.19	24.64	2.18	—3.00	
140	19.5	35.16	25.03	1.74	—3.57	
160	16.8	35.01	25.60	0.87	—4.69	
200	13.6	35.05	26.32	1.52	—4.35	
400	11.2	35.05	26.79	1.70	—4.45	
800	7.9	34.99	27.30	0.91	—5.64	
1000	6.6	34.92	27.43	1.11	—5.68	
1500	4.5	34.81	27.60	1.91	—5.22	
2444	—	34.70	—	—	—	

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
m	C°	‰	σ_t	ccm/Lit.	ccm/Liter	
Station 145. 3°32′ N. Br. 88°20′ Ö. Lg. 17. VII. 1906. 9a.						
0	28.3	34.18	21.69	4.35	—0.31	
100	23.4	34.99	23.93	—	—	
150	15.1	34.92	25.91	(0.91)	—4.81	
200	13.3	35.03	26.38	(0.76)	—5.15	Sauerstoff für 150 m nicht ganz sicher, für 200 m etwas zu gross, da übertitriert.
400	10.3	34.99	26.92	1.08	—5.18	
600	8.7	35.03	27.21	0.76	—5.72	
800	7.5	34.97	27.35	0.90	—5.74	
1000	6.3	34.96	27.50	1.62	—5.20	
4189	—	34.74	—	—	—	
Station 158. 0°44′ S. Br. 97°16′ Ö. Lg. 24. VII. 1906. 8½a.						
0	29.1	34.43	21.63	4.40	—0.19	
100	(27.0)	34.69	(22.50)	4.09	—0.65	
125	17.2	35.03	25.41	1.51	—4.01	
150	14.0	35.05	26.24	1.41	—4.42	Bei 100 m Temperatur geschätzt, da Skala des Thermometers nicht ausreichte.
200	12.0	35.01	26.62	1.65	—4.40	
400	10.2	34.96	26.91	1.54	—4.74	
800	7.3	34.90	27.32	1.03	—5.66	
1000	6.3	34.92	27.47	1.23	—5.61	
5310	—	—	—	—	—	
Station 179. 9°36′ S. Br. 111°36′ Ö. Lg. 14. VIII. 1906. 8a.						
0	27.4	34.23	22.05	—	—	
400	9.7	34.79	26.86	1.94	—4.41	Oberflächenschichten siehe Station 181.
800	6.0	34.61	27.27	2.01	—4.88	
1000	4.9	34.56	27.36	2.17	—4.91	
Station 181. 9°18′ S. Br. 112°9′ Ö. Lg. 14. VIII. 1906. 4p.						
0	27.5	34.13	21.92	4.51	—0.21	
100	20.0	34.52	24.42	2.61	—2.68	
125	16.9	34.60	25.24	2.56	—3.00	Zur Ergänzung von Station 179. Die 400 m-Schicht zeigt gute Übereinstimmung mit Station 179.
150	15.7	34.65	25.58	2.56	—3.11	
400	9.6	34.74	26.84	1.81	—4.56	
3320	(1.7)	34.70	(27.78)	—	—	

Stiller Ozean.

Station 194. 0°17′ S. Br. 139°5′ Ö. Lg. 11. IX. 1906. 6³/₄a.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
m	C°	‰	σ_t	ccm/Lit.	ccm/Liter	
0	29.0	34.25	21.52	4.39	—0.22	
100	(27.0)	34.97	22.72	3.89	—0.85	
125	26.5	35.07	22.94	3.91	—0.87	Kontrolle durch Kipprahmen. Thermometerskala reicht bei 100 m Tiefe nicht aus.
150	21.5	35.35	24.64	3.44	—1.70	
175	21.2	35.50	24.84	3.33	—1.83	Bis 150 m läuft Drahtlitze gut aus (auf und nieder zeigend), um dann auszuwandern, was durch Dampfen wieder ausgeglichen werden muss. Wahrscheinlich in 150 m Änderung in der Bewegung der Wasserschichten.
200	20.0	35.55	25.20	3.39	—1.87	
250	14.2	35.08	26.23	3.26	—2.55	
400	10.5	34.79	26.72	3.16	—3.09	
800	5.7	34.51	27.23	2.98	—3.97	
1000	4.2	34.56	27.44	2.45	—4.75	
3450	—	—	—	—	—	

Station 207. 1°32′ S. Br. 145°9′ Ö. Lg. 2. X. 1906. 2p.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
0	31.3	34.60	21.00	4.32	—0.11	
100	26.8	35.16	22.92	3.78	—1.00	
125	24.5	35.48	23.87	3.59	—1.32	
150	23.1	35.59	24.37	3.58	—1.43	Kontrolle durch Maximum-Minimum-Thermometer.
175	20.2	35.61	25.20	3.44	—1.80	
200	18.6	35.50	25.53	3.36	—2.11	
250	15.1	35.25	26.16	3.38	—2.23	
1425	—	34.58	—	—	—	

Station 211. 3°45′ S. Br. 151°22′ Ö. Lg. 12. X. 1906. 1¹/₂p.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
0	29.6	34.79	21.93	—	—	
400	9.3	34.74	26.89	3.81	—2.61	
1000	4.3	34.56	27.43	3.02	—4.17	Kontrolle durch Kippthermometer. Station dient zur Ergänzung von 207.
1500	3.1	34.61	27.59	2.57	—4.82	
2100	2.9	34.63	27.62	2.37	—5.06	
2150	2.9	—	—	—	—	

Station 214. 3°45′ N. Br. 145°2′ Ö. Lg. 12. I. 1907. 1p.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	28.8	34.33	21.64	4.40	—0.23	Sauerstoff in 1000 m Tiefe etwas zu gross, da übertitriert. Drahtwinkel meist ziemlich gross.
100	26.0	34.92	22.99	3.87	—0.94	
125	24.8	34.76	23.24	3.70	—1.22	
150	22.9	34.70	23.75	3.58	—1.48	
175	20.1	34.79	24.60	3.50	—1.77	
200	17.2	34.76	25.30	3.34	—2.19	
225	11.0	34.54	26.44	1.97	—4.23	
400	9.1	34.69	26.87	2.50	—3.94	
1000	5.6	34.54	27.27	(2.49)	—4.47	

Station 224. 7°36′ N. Br. 132°4′ Ö. Lg. 24. I. 1907. 6a.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	27.8	34.16	21.74	4.42	—0.29	Bei 200 m Tiefe schliesst Schöpfer in falscher Tiefe, wie Temperatur- und Salzgehalt-Bestimmungen zeigten, daher Werte für Dichte und Sauerstoff gestrichen. Angaben von 800 m ebenfalls nicht ganz einwandfrei.
75	23.7	34.74	23.56	4.26	—0.73	
100	20.6	34.79	24.46	—	—	
125	18.0	34.76	25.11	3.44	—2.02	
150	16.4	34.69	25.44	3.06	—2.54	
175	14.5	34.61	25.81	2.58	—3.22	
200	12.6	—	—	—	—	
400	8.3	34.54	26.89	1.69	—4.87	
800	5.5	(34.54)	(27.28)	(1.90)	—5.08	
1000	4.5	34.51	27.37	2.02	—5.13	
4496	1.7	34.69	27.76	—	—	

Station 248. 11°36′ N. Br. 128°29′ Ö. Lg. 2. II. 1907. 12½p.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Sauerstoff ccm/Lit.	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs ccm/Liter	Bemerkungen
0	27.4	34.29	22.08	—	—	Stationen 248, 250 und 254 an der Ost-Küste der Philippinen auf annähernd gleicher Breite. Pettersson-Schöpfer.
100	23.6	34.90	23.71	4.53	—0.47	
400	7.2	34.47	26.99	1.62	—5.09	
1000	4.5	34.58	27.43	2.04	—5.11	

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte	Sauerstoff	Sättigungsdefizit des Sauerstoffs	Bemerkungen
m	C°	‰	σ_t	ccm/Lit.	ccm/Liter	
Station 250. 11°57′ N. Br. 127°14′ Ö. Lg. 3. II. 1907. 9a.						
0	27.2	34.42	22.24	—	—	Pettersson-Schöpfer.
100	23.9	34.83	23.56	—	—	
400	8.0	34.42	26.83	—	—	
1000	4.4	34.52	27.39	—	—	
Station 254. 12°28′5 N. Br. 125°37′ Ö. Lg. 4. II. 1907. 12½p.						
0	26.9	34.65	22.50	4.60	—0.16	In Küstennähe. Pettersson-Schöpfer.
100	25.1	34.99	23.32	4.28	—0.60	
400	9.4	34.38	26.59	2.65	—3.76	
1000	4.5	34.54	27.40	2.04	—5.11	
Station 256. 19°2′ N. Br. 117°43′ Ö. Lg. 15. II. 1907. 8a.						
0	23.8	33.96	22.93	4.94	—0.07	Kontrolle durch Kipprahmen.
25	22.7	34.07	23.33	4.58	—0.51	
50	17.0	34.60	25.22	3.64	—1.91	
75	15.9	34.63	25.51	2.78	—2.85	
100	16.2	34.65	25.46	3.11	—2.51	
125	14.8	34.60	25.72	2.99	—2.77	
200	12.2	34.51	26.19	2.61	—3.44	
400	8.9	34.47	26.74	2.14	—4.31	
1000	4.5	34.52	27.38	2.02	—5.13	
Station 257. 21°2′ N. Br. 115°18′ Ö. Lg. 16. II. 1907. 3p.						
0	23.0	34.23	23.37	4.99	—0.07	An der ostasiatischen Küste.
25	22.9	34.11	23.31	4.99	—0.08	
50	22.9	34.20	23.38	4.94	—0.13	
75	23.0	34.36	23.47	4.81	—0.25	
100	22.0	34.58	23.93	4.22	—0.91	

Serienmessungen S. M. S. „Planet" auf der Reise Honkong—Matupi*).

Station 260. 25. III. 1907. 7a. 24°40′ N. Br. 122°38′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	25.7	34.58	22.83
50	25.4	34.58	22.92
100	25.0	34.65	23.10
150	23.1	34.85	23.81
200	20.1	34.85	24.63
225	18.3	34.81	25.08
250	16.2	34.72	25.50
300	13.9	34.58	25.90
400	13.6	34.56	25.95
500	10.0	34.36	26.47
574	8.7	34.29	26.63

Sichtigkeitsscheibe: 22 m. Krümmel-Schöpfer.

Station 276. 29. III. 1907. 7a. 19°35′ N. Br. 123°25′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	25.3	34.56	22.94
25	23.8	34.74	23.54
50	22.8	34.78	23.85
100	21.7	34.76	24.11
150	20.0	34.85	24.66
200	18.3	34.85	25.10
300	15.5	34.69	25.63
400	12.5	34.47	26.10
600	7.5	34.25	26.78
1000	4.0	34.47	27.39
5151	1.5	34.72	27.80

Sichtigkeitsscheibe: 40 m. Krümmel-Schöpfer.

Station 290. 2. IV. 1907. 8¾a. 14°2′ N. Br. 124°26′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	26.6	34.38	22.40
98	26.1	34.61	22.74

4 Seemeilen ab von Catanduanes.

Station 291. 2. IV. 1907. 9½a. 14°4′ N. Br. 124°33′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	27.3	—	—
100	25.6	34.79	23.02
200	19.0	34.87	24.94
300	13.5	34.56	25.97
410	9.9	34.36	26.49

10 Seemeilen ab von Catanduanes. Krümmel-Schöpfer.

Station 292. 2. IV. 1907. 3p. 14°4′ N. Br. 124°49′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	27.3	34.29	22.10
100	26.1	34.61	22.74
200	22.2	35.01	24.19
300	15.0	34.61	25.70
400	11.7	34.40	26.20
600	7.5	34.29	26.81
3170	1.4	34.74	27.83

36 Seemeilen ab von Catanduanes. Krümmel-Schöpfer.

Station 293. 3. IV. 1907. 7½a. 14°4′ N. Br. 126°6′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	26.8	34.38	22.34
200	23.1	34.99	23.92
250	19.0	34.96	25.00
300	14.4	34.60	25.80
400	9.8	34.33	26.47
600	6.6	34.40	27.02
5749	1.6	34.70	27.79

Sichttiefe: 38 m.

Station 294. 3. IV. 1907. 4½p. 14°3′ N. Br. 126°37′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	26.8	—	—
200	21.8	35.05	24.33
300	14.2	34.56	25.82
400	9.4	34.29	26.51

Ohne Lotung.

*) Nach Abreise des Verf. ausgeführte Serienmessungen; vergl. den Bericht von Kapitänleutnant Kurtz in Annalen der Hydrographie 1907, S. 441 u. ff.

Tiefe	Temp.	Salzgehalt	Dichte
m	C°	°/₀₀	σ_t

Station 295. 4. IV. 1907. 8a.
13°59′ N. Br. 128°2′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t
0	26.9	34.29	22.23
50	(26.5)	34.20	(22.30)
100	25.8	34.78	22.95
150	23.5	35.03	23.83
200	20.5	34.99	24.64
250	17.0	34.81	25.39
300	13.6	34.54	25.93
400	9.4	34.36	26.57
600	6.7	34.42	27.01
1000	4.7	34.51	27.34

Ohne Lotung.

Station 296. 5. IV. 1907. 7a.
3°36′ N. Br. 130°7′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t
0	27.3	—	—
100	27.0	34.36	22.26
200	20.1	34.97	24.74
300	13.5	34.52	25.94
400	9.7	34.36	26.52
5919	1.6	—	—

Sichttiefe: 38 m.

Station 298. 6. IV. 1907. 2½p.
12°45′ N. Br. 132°27′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t
0	27.3	34.27	22.09
100	(27.0)	34.18	(22.13)
125	(26.5)	34.42	(22.46)
150	23.0	34.92	23.89
175	—	34.94	—
200	18.0	34.85	25.17
300	11.4	34.38	26.24
400	8.6	34.34	26.69
600	6.2	34.47	27.13
5942	—	—	—

Krümmel-Schöpfer.

Station 301. 8. IV. 1907. 8a.
11°2′ N. Br. 134°56′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t
0	27.3	34.33	22.13
50	27.2	34.23	22.09
100	26.7	34.63	22.56
125	24.9	34.99	23.38
150	24.3	35.05	23.61
162	22.5	34.99	23.99
175	19.7	34.81	24.72
200	17.7	34.74	25.17
225	13.1	—	—
250	11.4	34.51	26.34
300	9.4	34.43	26.63
400	7.9	34.51	26.92
1000	4.3	34.52	27.40
3224	1.6	—	—

Pettersson-Schöpfer.

Station 306. 1. V. 1907. 7a.
0°5′ N. Br. 142°54′ Ö. Lg.

Tiefe m	Temp. C°	Salzgehalt °/₀₀	Dichte σ_t
0	28.9	34.09	21.43
100	27.2	35.16	22.79
150	22.1	—	—
200	20.3	35.46	25.05
250	14.1	35.21	26.35
300	10.7	34.85	26.72
400	8.0	34.69	27.05
600	6.0	34.56	27.22
1000	4.4	34.52	27.39
3066	—	34.63	—

Pettersson-Schöpfer.

3. Atlantischer Ozean.

A. Die Temperatur. (Hierzu Tafel 11—14 und 19.)

Betrachten wir die vom Atlantischen Ozean vorliegenden 18 Temperaturkurven (Stationen 1—60) *), so bieten die nördlichste No.1 in 47° N. Br. und die südlichste No.60 in 50° S. Br. das gemeinsame Charakteristikum, dass der Unterschied zwischen der Temperatur der Oberfläche und 1000 m-Tiefe äusserst gering ist (er beträgt 2.2 bezw. 1.2°), dass sich also hier die Temperaturverteilung dem homothermen Zustand nähert. Dass dieser tatsächlich erreicht werden kann und auch erreicht wird, ist anzunehmen, da hierzu nur eine geringe Abkühlung der Oberfläche, z.B. durch Transport kälteren Wassers aus höheren Breiten, erforderlich ist, was leicht eintreten kann.

Beide Stationen weisen aber trotz annähernd gleicher Breitenlage einen bedeutenden Unterschied auf in ihrem Wärmeinhalt. In 47° N. Br. finden wir in der obersten 1000 m-Schicht 10—11° Durchschnittstemperatur, in 50° S. Br. dagegen 2—3° — ein Unterschied, welcher uns ausgezeichnet die thermische Bevorzugung des Nordatlantischen Ozeans vor Augen führt, sich ausserdem auch in den übrigen Temperaturen dieser Gebiete ausprägt.

Für den Verlauf der Kurven kommt in den höheren Breiten die Jahreszeit, in der sie gewonnen sind, in Betracht. So wird Station I, welche im Januar gewonnen ist und den Wintertypus uns veranschaulicht, im Sommer in den oberen Schichten eine erhebliche Temperaturzunahme aufweisen. Bis zu welchen Tiefen dieselbe reicht, zeigt die folgende Zusammenstellung von Temperaturen, welche zu verschiedenen Jahreszeiten in verschiedenen Jahren von verschiedenen Beobachtern gewonnen sind.

	N. Br.	W. L.	0	50	100	150	200 m
,,Planet" 26. I. 1906	46° 52′	7° 4′	11.6	11.5	11.4	11.3	11.2
,,Thor"**) 25. VI. 1905	47° 47′	8° 00′	14.4	13.0	11.7	11.4	11.1
,,Princesse-Alice"***) 4. IX. 1903	47° 16′	5° 16′	16.9	12.0	11.3	11.3	—
,,Princesse-Alice" 7. IX. 1903	45° 27′	6° 05′	18.8	17.2	12.5	12.0	11.5

Wenn man berücksichtigt, dass die ,,Princesse-Alice"-Station vom 7. IX. 1903 etwas südlicher wie die anderen Stationen liegt, so ergeben die verschiedenen Beobachtungen, dass in 150 m Tiefe ein Einfluss der Jahreszeiten nicht mehr wahrnehmbar, dass also nur diese Oberflächenschicht der sommerlichen Erwärmung unterliegt.

Station 60 im Südatlantisch-indischen Ozean wurde im Süd-Herbst gewonnen und zeigt infolgedessen in den Oberflächenschichten Erwärmung; im Winter wird die Curve annähernd geradlinig verlaufen.

Um ein Gesamtbild über die Temperaturverteilung im Atlantischen Ozean zu erhalten, wurden alle Beobachtungen, die vom ,,Planet" gemacht sind, in einem Längsschnitt durch den Atlantischen Ozean vereinigt (siehe Tafel 19). Es musste darauf verzichtet werden, das gesamte vorliegende Material zur Konstruktion des Schnittes zu benutzen — auch ist dies schon grossenteils von Schott im ,,Valdivia"-Werk, Bd. I, in Schnitten wiedergegeben. Daher wurde zur Vervollständigung des Bildes nur eine Station der ,,Ingolf"-Expedition auf 60° N. Br.†) sowie eine Station der ,,Gauss"-Expedition aus 36° S. Br.††) herangezogen, so dass das zu dem

*) Die Stationen 54, 56 und 60 werden hier mit zum Atlantischen Ozean genommen, um den Vergleich zwischen Nord- und Südatlantischem Ozean bis zu höheren Breiten ausdehnen zu können.

**) J. N. Nielsen: Contribution to the Hydrography of the North-Eastern Part of the Atlantic Ocean. In Med. fra Kom. for Havundersogelser, Serie Hydrografi, Band I, No. 9.

***) Résultats des Campagnes Scientif. etc., Fasc. 29. Monaco 1905.

†) The Danish ,,Ingolf-Expedition", Kopenhagen 1899, Station 46.

††) Veröff. des Instituts f. Meereskunde, Berlin 1902, H. 1, Station 29.

Schnitt benutzte Material d u r c h w e g h o m o g e n ist, was namentlich auch für die anderen Schnitte (Salzgehalt und Dichte) von Belang ist.

Betrachten wir zunächst die Temperatur der Oberflächen-Schichten bis 200 m Tiefe, so sehen wir mit Annäherung an die Tropen eine starke Erwärmung der alleroberstenSchicht, indessen die Unterlage von dieser Erwärmung meist unbeeinflusst bleibt, so dass z. B. die Unterschiede in der 200 m-Schicht sehr gering sind gegen diejenigen der Oberflächenschicht mit ändernder Breite. Hierdurch kommt es zum Teil, dass die Isothermen des Schnitts in der Tiefenlage zwischen 0 und 200 m in den Tropen, wo die Temperatur an der Oberfläche gegen mittlere Breiten stark zugenommen hat, dicht gedrängt liegen, so dass hier die Temperatur sprunghaft mit der Tiefe abnimmt, was sich namentlich auch in den einzelnen Temperaturkurven gut ausprägt.

Die Dicke der Schicht, welche annähernd gleiche, hohe Temperatur besitzt, ist verschieden; so haben wir im Gebiet des Südäquatorialstromes (Station 18) noch in 50 m Tiefe eine Temperatur von über 28°, während bei den im Guineastrom liegenden Stationen (vergl. No. 11 und 15) in 50 m Tiefe überall schon die sprunghafte Abnahme der Temperatur eingetreten ist. Diese Abnahme erreicht, wie die Stationen No. 15 und 18 zeigen, den Betrag von 9.3 bezw. 10.5° auf 25 m Niveaudifferenz. Die äusserst scharfe Abgrenzung der Sprungschichten zeigten unsere Beobachtungen bei Station 18, bei der unter dem Schöpfer in ca. 1 m Abstand ein Kipprahmen mit Propeller-Auslösung hing. Trotzdem dieser Rahmen erst nach einiger Zeit durch Wirkung des Wasserdrucks auslöste, in welcher leicht eine Erwärmung des Thermometers in den höheren Schichten eintreten konnte, so war die Temperatur doch um 1° niedriger wie im Niveau des Schöpfers. Es beträgt also der Sprung hier mindestens 1° pro 1 m, wahrscheinlich aber noch mehr.

Die von Schott im „Valdivia"-Werk*) aufgeführten bislang beobachteten Temperatursprünge (Temperaturabnahme von 2° oder mehr pro 25 m Tiefenunterschied) seien hier ergänzt für den Atlantischen Ozean durch folgende Tabelle:

Beobachtungen über die Sprungschicht im Atlantischen Ozean („Planet" 1906).

Station-No.	Datum	Breite	Länge	Oberflächen-Temperatur °C.	Temperatur-Gradient für je 25 m Tiefenunterschied in der Schicht von 0—25 m	25—50 m	50—75 m	75—100 m	100—125 m	125—150 m	150—175 m	175—200 m	Bemerkungen
	1906												
10a	20. II. 10a	11°9′ N.	22°8′ W.	23.1	0.0	0.2	**4.6**	**4.5**	0.5	0.4	0.4	0.4	Übergang zum Guinea-Strom.
11	23. II. 7a	6°57′ N.	15°15′W.	27.8	**5.9**	**6.0**	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.3	Guinea-Strom.
12	23. II. 5p	7°16′ N.	14°51′W.	27.8	3.3	**6.5**	—	—	—	—	—	—	Guinea-Strom.
15	3. III. 5p	4°37′ N.	9°52′W.	29.2	0.9	**9.3**	**2.1**	**2.0**	0.5	0.5	0.4	0.4	Guinea-Strom.
18	6. III. 7½a	1°35′ N.	5°9′ W.	28.4	0.0	0.3	**10.5**	**2.2**	0.6	0.6	0.5	0.5	Südäquatorial-Strom.
21	9. III. 6a	4°51′ S.	4°53′W.	27.8	1.8	1.8	**3.4**	**3.4**	0.8	0.8	0.7	0.7	Benguela-Strom.
24	12. III. 2p	9°31′ S.	5°45′W.	26.0	0.1	0.1	**5.3**	**5.3**	1.3	1.3	1.2	1.2	Benguela-Strom.
25	19. III. 1p	16°37′ S.	4°40′W.	23.7	0.4	0.1	**3.3**	**2.0**	0.8	0.8	0.8	0.8	Benguela-Strom.
30	24. III. 2p	21°14′ S.	3°30′O.	22.2	0.7	0.7	**2.3**	**2.2**	1.2	1.1	1.1	1.1	Benguela-Strom.

B e m e r k u n g: Die tatsächlichen Temperaturdifferenzen sind noch grösser, da die hier mitgeteilten Werte nur zum Teil beobachtet sind; zum Teil sind sie zwischen weiter auseinanderliegenden Werten geradlinig interpoliert.

*) A. a. O., Bd. I, Ozeanographie, S. 178.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Sprungschicht am ausgeprägtesten zwischen 10°N. und 10° S. ist; vorhanden ist dieselbe auch südlich bis 20° Br., nördlich bis 16° Br. (vergl. die Tabelle von Schott), allerdings bedeutend abgeschwächt. Auf die Ursachen der sprunghaften Temperaturabnahme wird später im Zusammenhang mit anderen Faktoren eingegangen werden.

Bei einer Betrachtung des Temperaturschnitts (Tafel 19) sei zunächst darauf aufmerksam gemacht, dass für den Südatlantischen Ozean (südlich von 24°) zwei Schnitte vorhanden sind, von denen der Hauptschnitt nicht „Planet“-Station 54 enthält, während in dem anderen kleinen Schnitt rechts „Planet“-Station 54 eingefügt ist. Diese Darstellung ist gewählt worden, um zu zeigen, welch einen bedeutenden Einfluss die Lage der einzelnen Stationen (ob in einer warmen oder kalten Strömung) auf den Verlauf der Isothermen (ebenso Isohalinen und Isodensen) in den Tiefenschichten hat. Die „Gauss“-Station No. 29 in 35°52 S. Br., 13°8′ Ö. L. liegt im kalten Benguela-Strom, „Planet“-Station 54 in 39° 57′ S. Br., 20°7′ Ö. L. im warmen Agulhas-Strom.

Schalten wir erst den Agulhas-Strom aus (Hauptschnitt). Es zeigt sich der verschiedenartige thermische Charakter des Nordatlantischen und Südatlantischen Ozeans zunächst in der Tatsache, dass, trotzdem der Schnitt nach Norden 10° weiter reicht, wie nach Süden, im Nordatlantischen Ozean die 3° Isotherme gänzlich fehlt und die 4° Isotherme nur unter dem Äquator in 1200 m Tiefe in den Nordatlantischen Ozean eintritt, während sie im Südatlantischen Ozean (bis 50° S. Br.) beinahe die Diagonale des Schnittes bildet. Um ein weiteres Beispiel herauszugreifen, nehmen wir den Verlauf der 10° Isotherme. Bei **60° N. Br.** ungefähr die Oberfläche erreichend (im Sommer), steigt sie bis **1000 m** Tiefe auf **35° N. Br.** hinab; liegt in **13° N. Br.** in **500 m,** steigt gegen den Äquator auf **300 m** an, um in dieser Tiefe bis **30° S. Br.** zu bleiben; in **35° S. Br.** liegt sie in **250 m** und erreicht in **42° S. Br.** wieder die Oberfläche. Einen anderen Einblick in die Temperaturverhältnisse der Tiefenschichten erhalten wir, wenn wir eine charakteristische Schicht, die 800 m-Schicht, von Süden nach Norden verfolgen.

50°S.	36°S.	24°S.	21°S.	17°S.	10°S.	5°S.	3°N.	7°N.	13°N.	24°N.	30N.	35°N.	41°N.	47°N.	60°N.
2.3	4.0	3.9	4.0	4.0	4.5	4.4	4.8	5.3	6.4	8.4	10.0	11.0	10.6	10.0	7.4

Die Zahlen zeigen eine gleichmässig warme Schicht (4°) von 36°S. bis 10°S., alsdann zunächst langsame, später starke Zunahme (bis 11°) in 35° N. Br. (bei Gibraltar), darauf langsame Abnahme nach 60° N. (7.4°).

Zieht man zum Vergleich dieses in der Hauptsache auf „Planet“-Beobachtungen beruhenden Schnittes die von Schott im „Valdivia“-Werk, Bd. I, auf Grund umfangreicheren Materials gezeichneten Schnitte heran*), so ergibt sich unter Berücksichtigung der Lage der einzelnen Stationen (z. B. „Planet“ No. III und IV am Ausgang der Gibraltarstrasse) eine gute Übereinstimmung. In einem Falle jedoch zeigt sich eine Abweichung, welche nicht ohne Bedeutung ist, so dass sie hier erörtert werden soll. Ich stelle zunächst zwei „Valdivia“-Stationen und zwei „Planet“-Stationen aus dem in Frage kommenden Gebiet hier nebeneinander:

Tiefe in m	„Valdivia“ St. 82 (21°29S.Br. 6°59Ö.Lg.) t° C.	„Valdivia“ St. 86 (28°29S.Br. 6°14Ö.Lg.) t° C.	„Planet“ St. 30 (21°14S.Br. 3°30Ö.Lg.) t° C.	„Planet“ St. 40 (24°19S.Br. 7°29Ö.Lg.) t° C.
0	17.0	16.2	22.2	20.9
100	15.0	15.2	17.0	16.5
200	12.9	14.7	12.5	—
400	8.3	12.1	8.2	8.1
800	5.8	6.8	4.0	3.9
1000	3.7	6.0	3.5	—

*) Schnitt I, II, IV, V, VII auf Tafel 28 bis 31 des Atlasses.

Die höheren Temperaturen der Oberflächenschicht von 100 m bei ,,Planet" erklären sich zwanglos aus der Jahreszeit, da die ,,Valdivia"-Beobachtungen Ende des Südwinters, dagegen die ,,Planet"-Beobachtungen Ende des Südsommers gemacht wurden. In den Tiefenschichten zeigen sich aber sehr bemerkenswerte Abweichungen. Station 82 der ,,Valdivia" liegt zwischen Station 30 und 40 des ,,Planet"; ihre 200, 400 und 1000 m-Temperaturen stimmten gut mit einander überein, wogegen in 800 m Tiefe die ,,Valdivia" 1.8° höhere Temperatur wie ,,Planet" aufweist. Die südlicher liegende Station, ,,Valdivia" 86, weist nun von 400 bis 1000 m Temperaturen auf, welche z. T. um 4° höher sind wie die ,,Planet"-Temperaturen.

Die ,,Valdivia"-Stationen werden zum Teil gestützt durch ältere Beobachtungen der ,,Gazelle" und anderer Expeditionen, die ,,Planet"-Beobachtungen zeigen untereinander gute Übereinstimmung. Welche Beobachtungen sind nun richtig, oder können in der Tat in dem fraglichen Gebiet solche Unterschiede bestehen?

Für die Beantwortung dieser Frage scheint dem Bearbeiter ein wesentliches Moment zu sein, dass der ,,Planet" mit erheblich besseren Instrumenten gearbeitet hat, wie die früheren Expeditionen, und dass seine Messungen meist eine Kontrolle in sich durch den Gebrauch zweier, unabhängig von einander arbeitender Thermometer haben, indessen die früher gebrauchten Instrumente durch Nachfliessen von Quecksilber bei den Kippthermometern oder Verschieben des Stiftes beim Maximum-Minimum-Thermometer leicht zu hohe Temperaturen anzeigten. Es ist daher anzunehmen, dass die ,,Planet"-Temperaturen richtig sind, und es bleibt noch die Frage zu beantworten übrig: Sind die von der ,,Valdivia" beobachteten Temperaturen zu verwerfen, oder können solche Unterschiede in Wirklichkeit bestehen? Ersteres möchte ich nicht, ohne dass von einer anderen Expedition Nachprüfungen namentlich in der Position von ,,Valdivia"-Station 86, welche in 3 Schichten diesen enormen Temperatur-Überschuss aufweist, erfolgt sind, da die vorliegenden neueren Beobachtungen aus dem betreffenden Gebiet zu gering sind; ich möchte aber darauf hinweisen, dass diese hohen Temperaturen in der 400—1000 m-Schicht der Station 86 schwer zu erklären sind. Eine Betrachtung der Tafeln 26 und 27 des ,,Valdivia"-Atlasses zeigt uns, dass die bei Station 86 in 800 und 1000 m beobachteten Temperaturen die höchsten in diesen Schichten verzeichneten Temperaturen im Südatlantischen Ozean sind; also erscheint ein horizontaler Transport der Wärme aus anderen Gebieten ausgeschlossen. Ferner erscheint ausgeschlossen ein Absinken des Oberflächenwassers in der Vertikalen durch Abkühlung oder Verdunstung, wie uns die Dichtigkeitskurve (σ_t) der ,,Planet"-Station 40 zeigt. Es bleibt alsdann nur noch übrig ein allmähliches Absinken warmen, relativ schweren, also sehr salzhaltigen Wassers aus Zwischenschichten nach diesem Gebiet hin. Auch dieses ist als unwahrscheinlich zu bezeichnen. Es könnte nur von Westen her erfolgen, da nur dort in 400 und 600 m relativ warmes Wasser vorhanden ist (für den Salzgehalt liegen leider keine verlässlichen Werte vor), müsste sich aber dann auch bei den ,,Planet"-Stationen noch irgendwie nachweisen lassen; letzteres ist indessen nicht der Fall.

Sehen wir also nach diesen Erörterungen die hohen Temperaturen in 400—1000 m in 24—28° S. Br. an der Ostseite des Atlantischen Ozeans als nicht erwiesen an, so ergibt der Verlauf der Isothermen folgendes Bild:

Von 40° S. Br. bis zum Äquator senken sich die Isothermen über 8° nur bis zur 400 m-Schicht, in welcher durch 40 Breitengrade hindurch die 8°-Isotherme verläuft. Die tieferen Schichten sowie die südlicheren Breiten werden von kälterem Wasser erfüllt. Von 700—800 m an senken sich hier die Isothermen gegen den Äquator hin, während sie in den oberen Schichten einen vorwiegend parallelen Verlauf haben. Im Nordatlantischen Ozean ist das Bild ein wesentlich anderes, indem die Isothermen sowohl vom Äquator aus wie auch von den höheren Breiten nach 30° Breite ziemlich steil absinken, so dass die 8°-Isotherme eine Tiefe von über 1100 m

erreicht und selbst bei 60° N. Br. noch in 600 m Tiefe liegt, eine Tiefe, welche sie im südatlantischen Ozean nur in einem Spezialfall erreicht, zu dem wir jetzt übergehen.

Es ist das Gebiet der warmen Agulhas-Strömung, welche nach dem Verlassen der Agulhas-Bank mit der gewaltigen kalten Westwinddrift zusammentrifft und von dieser vernichtet wird. An der Oberfläche schieben sich (siehe später) die warmen und kalten Ströme fingerförmig ineinander; um die Tiefenwirkung der Strömung kennen zu lernen, wurden vom „Planet" an zwei aufeinanderfolgenden Tagen die Serien der Stationen 54 in der warmen und 56 in der kalten Strömung gewonnen. Da sich mit Einschalten der Station 54, welche mit einer Oberflächentemperatur von 20°.1 mitten im Agulhas-Strom liegt, der Schnitt im Südatlantischen Ozean sehr erheblich verändert, so wurde erst der Verlauf der Isothermen ohne diese Station betrachtet. Der Schnitt rechts in der Tafel zeigt den Agulhas-Strom als keilförmigen Einschluss zwischen den kalten Strömungen der Westwinddrift und der Benguela-Strömung. Überraschend ist, was besonders betont sei, seine vertikale Ausdehnung, welche noch erläutert wird durch die nachstehende kleine Tabelle:

		Temperatur in:						
Station	Breite	0	100	200	400	800	1000 m	
40	24° S.	20.9	16.5	(12.5)	8.1	3.9	(3.5)	Benguela-Strom
54	40° S.	20.1	19.7	16.5	14.0	9.4	5.4	Agulhas-Strom
56	43° S.	9.9	9.5	6.9	4.9	—	—	Westwinddrift
60	49° S.	3.5	3.3	2.2	2.3	2.3	2.3	Westwinddrift

Noch in 1000 m Tiefe macht sich der Agulhas-Strom mit einem Temperatur-Überschuss von 2—3° gegen die nördlicher und südlicher gelegenen Stationen geltend; die 8°-Isotherme senkt sich hier unter 800 m Tiefe hinab; in 400 m Tiefe beträgt der Temperatur-Überschuss gegen die 3 Breitengrade südlicher liegende Station 56 über 9° und gegen die 16 Breitengrade nördlicher gelegene Station 40 etwa 6°. Wodurch dieses enorme vertikale Ausmass der Strömung bedingt ist, wird im Zusammenhang mit den anderen Schnitten erläutert werden; dort werden auch noch andere Eigenschaften unseres Schnittes näher beleuchtet. Hervorzuheben ist nochmals die Abhängigkeit des Verlaufs der Isothermen eines Schnittes auch in den Tiefenschichten, von der speziellen Lage der einzelnen Stationen, welche uns vor Verallgemeinerungen aus dem Schnitt Vorsicht gebietet. Auch ist zu betonen, dass die „Planet"-Beobachtungen an der Ostseite des Atlantischen Ozeans gelegen sind; die Verhältnisse an der Westseite zeigen grossenteils gänzlich andere Eigenschaften.

B. Der Salzgehalt. (Hierzu Tafel 11—14 und 20.)

Unsere Kenntnis über die vertikale Verteilung des Salzgehaltes im Ozean ist bislang noch recht mangelhaft. Wenngleich eine ziemlich bedeutende Anzahl von Beobachtungen des Salzgehalts in den verschiedensten Tiefen und aus allen drei Weltmeeren vorliegt, so sind dieselben zum Teil so wenig exakt und verlässlich*), dass ihre Benutzung sehr erschwert ist. So ergab eine Prüfung des von der „Princesse-Alice" gesammelten Materials**), dass die Beobachtungen nicht in allen Fällen den Anforderungen an Exaktheit genügten, indem z. B. zwei dicht nebeneinander liegende Stationen 1556 und 1563 sehr erhebliche Abweichungen zeigten. Infolgedessen wurde auf eine Benutzung älteren Materials gänzlich verzichtet, indem nur die beiden auch schon

*) Sowohl wegen der Instrumente, mit denen die Wasserproben gewonnen wurden, als auch wegen der Methode der Bestimmung des Salzgehalts. Vergl. hierzu: Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, 2. Aufl., Bd. I, S. 335.

**) Résultats des Campagnes Scient. etc., Fasc. 29, Monaco 1905.

bei der Temperaturverteilung zugezogenen Stationen des „Ingolf" und „Gauss" wieder hinzugenommen wurden. Das Gesamtmaterial ist ebenso wie bei der Temperatur in einzelnen Kurven sowie in einem Vertikalschnitt (Tafel 20) zusammengestellt.

Die Salzgehaltskurven der Stationen I bis V, welche in der Hauptsache der Nachforschung nach dem durch die Gibraltarstrasse aus dem Romanischen Mittelmeer austretenden, salzhaltigen, warmen Unterstrom galten, zeigen dessen Existenz deutlich in der Zunahme des Salzgehalts in 600 bis 1000 m Tiefe, ein Befund, welcher sich auch mit den Ergebnissen der „Princesse-Alice" deckt*). Nicht überein stimmen die Beobachtungen des „Planet" und der „Princesse-Alice" in den tieferen Schichten der Biscaya-See, wo letztere am Boden einen Salzgehalt von 35.12 bis zu 35.69°/₀₀ fand. Der Wert von 35.12 stimmt gut zu dem Wert von „Planet", Station 1 (35.08), wogegen die höheren Werte der „Princesse-Alice" durch instrumentelle Fehler entstanden sein dürften, da schon in 1500 m der Salzgehalt auf 35.35 („Planet", Station 1) 35.39 („Princesse-Alice", Station 1563) abgenommen hat und bei weiterem Absinken auch eine weitergehende Vermischung mit anderem, minder salzhaltigem Wasser erfolgen muss. Es ist also anzunehmen, dass am Boden hier auch nur ein Salzgehalt von höchstens 35.1°/₀₀ sich befindet, indem der Salzgehalt nach einem Maximum von 35.7—36.1°/₀₀ in 600—1000 m Tiefe nach unten stetig abnimmt.**) Dieses bestätigen auch neuere Beobachtungen von dänischer Seite in 46°30′ N. Br. 7° W. L.: Maximum 35.77°/₀₀ in 1000 m, ferner 35.08°/₀₀ in 2000 m und 34.97°/₀₀ in 3500 m Tiefe (Conseil intern. pour l'exploration de la mer, Bulletin, année 1906/07, H. I, 13, S. 36). Dass dieses Maximum zuweilen auch erst in grösseren Tiefen auftritt, zeigt Station 7 (24°20′ N. Br., 22°37′ W. L.): Salzgehalt in 800 m 35.36°/₀₀, in 1000 m 35.08°/₀₀, in 1500 m: 35.16°/₀₀, am Boden 35.01°/₀₀. Das Minimum in 1000 m dürfte aber hier schon veranlasst sein durch den aus südlichen Breiten nach Norden vordringenden Tiefenstrom von schwach-salzhaltigem Wasser, dessen letzte Spuren hier angedeutet sind.

Es zeigt sich nämlich bei allen weiteren Stationen bis Kapstadt, dass der Salzgehalt in etwa 800 m Tiefe ein Minimum erreicht, um nach der Tiefe wieder um einige Zehntel pro Mille zuzunehmen — eine Tatsache, welche schon in dem von J. Y. Buchanan konstruierten Längsschnitt des spezifischen Gewichts angedeutet ist***), aber neuerdings erst hervorgehoben und näher studiert wurde durch die Deutsche Südpolar-Expedition†). Dieses sich in den einzelnen Kurven zeigende Minimum des Salzgehaltes tritt uns in seiner Bedeutung entgegen bei einer Betrachtung des auf „Planet"-Messungen beruhenden Längsschnittes durch den Atlantischen Ozean, bei dem wir zunächst auch wieder den Agulhas-Strom ausschliessen. Es ist hier die in 800 m Tiefe von Süden nach Norden vordringende Zunge minimalen Salzgehaltes, umschlossen von der Isohaline von 34.5°/₀₀, welche unser lebhaftes Interesse erweckt. Sie geht von der Oberfläche in 43° S. Br. aus, senkt sich steil in die Tiefe, erreicht in etwa 800 m Tiefe den Äquator, um zurückgehend nach Süden sich in 35° S. Br. bis etwa 1100 m zu senken und dann wieder anzusteigen. Auf Nord-Breite nimmt in der 800 m Tiefe der Salzgehalt von 34.5 auf 34.8°/₀₀ vom Äquator bis 13° N. Br. zu und ist nach oben und unten ebenfalls höher, indessen bei 24° N. Br. uns plötzlich Wasser von 35.3—35.4°/₀₀ in 800 m Tiefe entgegentritt.

*) Krümmel a. a. O., S. 338.

**) Die von J. Y. Buchanan auf dem Kabeldampfer „Dacia" gefundenen hohen Salzgehaltswerte im Bodenwasser an der marokkanischen Küste dürften dagegen einwandfrei sein, hier ist auch das Wasser nicht in solchem Masse der Vermischung ausgesetzt, wie in seinem Weg um die spanische Westküste. S. a. Krümmel a. a. O., S. 340.

***) „Challenger"-Report, Physiks and Chemistry, Vol. I, Diagramm III.

†) Veröffentl. des Instituts f. Meereskunde, Berlin 1902, H. 1, S. 47.

Die oben geschilderten Verhältnisse zeigen in voller Klarheit die Existenz einer in der Tiefe von Süden nach Norden sich bewegenden Strömung, welche ziemlich ohne Vermischung mit anderem Wasser bis zum Äquator vordringt und weiter nördlich noch deutlich wahrnehmbar bis 13° N. Br. ist, dann aber ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten durch Vermischung mit anderem Wasser verliert. Hiermit stehen in Übereinstimmung die Temperaturen, welche wir in der 800 m-Schicht gefunden haben (siehe vorigen Abschnitt), auch sie zeigen zwischen 13° N. Br. und 24° N. Br. eine sprunghafte Zunahme, ein Zeichen, dass Wassermassen verschiedenen Ursprungs hier zusammentreffen, allerdings, nochmals betont, unter starker gegenseitiger Vermischung und Durchdringung. Fragen wir nach dem Ursprung dieser salzarmen Schicht, so weist uns ihre Temperatur von 4—5° in Zusammenhang mit einem Salzgehalt von 34.4‰, darauf hin, dass er zu suchen ist in dem Gebiet zwischen 40—50° S. Br.

Betrachten wir den Spezialfall, dargestellt in dem Schnitt rechts auf der Tafel, so zeigt sich uns ein den Temperaturverhältnissen konformes Bild: Keilförmig dringt der Agulhas-Strom mit seinem salzhaltigen Wasser in das salzärmere Gebiet der Westwinddrift ein, so dass in 400 m z. B. Wasser von 35.3‰ dicht neben Wasser von 34.3‰ gelagert ist und in 800 m im Agulhas-Strom 34.85‰ Salzgehalt gegen 34.43‰ nördlich und südlich hiervon zu finden sind; in 1000 m ist der Einfluss des Agulhas-Stromes hinsichtlich des Salzgehaltes verschwunden. Es ergibt sich demnach, dass der Agulhas-Strom sich nicht nur durch relativ hohe Wärme, sondern auch durch hohen Salzgehalt in den Tiefenschichten bis 1000 m bemerkbar macht.

Im äquatorialen Gebiet, welches der „Planet" im Guineastrom und Südäquatorialstrom kreuzte, ist an der Oberfläche der Salzgehalt durch gesteigerte Niederschläge und verringerte Verdunstung (Kalmen-Gebiet) kleiner und nimmt ausserdem mit Annäherung an die Küste weiter ab*). Diese salzarme Schicht ist bei Station 15 noch nicht 25 m dick (Oberfläche 33.79, 25 m 35.68‰), bei Station 18 liegt die Zunahme (von 34.97 auf 35.64‰) zwischen von 50 und 75 m, bei Station 11 zwischen 0 und 50 m (Oberfläche 34.65, 50 m 35.48‰), sodass ihre vertikale Erstreckung im Durchschnitt 25—50 m betragen dürfte. Unter dieser salzarmen Schicht nimmt der Salzgehalt zunächst zu (Maximum zwischen 25 und 100 m), um alsdann bis zu dem oben erwähnten Minimum in 800 m Tiefe abzunehmen; auf dieses folgt alsdann wieder eine geringe Zunahme nach der Tiefe auf 34.9‰. (Vergl. namentlich Station 21 mit Salzgehaltsbestimmungen in 2000, 3000 und 4600 m Tiefe.)

An der Oberfläche schliessen sich zu beiden Seiten des salzarmen Gebietes unter dem Äquator nach Norden und Süden die Gebiete maximalen Salzgehalts an, welche jedoch sowohl in ihrer horizontalen wie auch vertikalen Entwicklung bedeutende Unterschiede aufweisen. Ein Charakteristikum hierfür bietet uns der Verlauf der Isohaline von 35.75‰. Diese umfasst im Nordatlantischen Ozean an seiner Ostseite ein Gebiet von 30 Breitengraden und steigt bis zu 400 m Tiefe ab, indessen sie sich im Südatlantischen Ozean nur über 17 Breitengrade und bis zu 100 m Tiefe erstreckt. Hinzu kommt noch, dass die beiden Gebiete nicht symmetrisch zum Äquator liegen, sondern nach Norden verschoben sind. Das salzhaltige Wasser aus diesen Gebieten wird die Tendenz haben, das leichtere salzärmere Wasser am Äquator zu unterlagern, zum Teil wird es auch als Kompensationsströmung äquatorwärts fliessen. An diesem Vorgang scheint namentlich das Wasser aus dem südlichen Gebiet beteiligt zu sein, wie uns der Verlauf der Isohaline von 35.50‰ angibt, welche sich als Schleife von Süden in 50—100 m Tiefe äquatorwärts vorschiebt.

*) Vergl. auch Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, 2. Aufl., S. 365.

Betrachten wir den Verlauf dieser Isohaline im Nordatlantischen Ozean, wo sie bis 1200 m Tiefe absteigt, so ergibt sich ein Parallelismus mit dem Temperaturschnitt. Ebenso warm wie der Nordatlantische Ozean, ebenso salzhaltig ist er auch im Vergleich zum Südatlantischen; ja, letztere Eigenschaft macht sich fast noch stärker geltend.

Die aus dem Mittelmeer austretende Unterströmung tritt in dem Salzgehalt-Schnitt in den zwischen 30 und 40° N. Br. liegenden ellipsenförmigen Gebieten maximalen Salzgehalts deutlich in die Erscheinung. Das salzhaltige Wasser hat sich hier schon in die Tiefen von 800 bis 1000 m abgesenkt und ist durch Mischung mit anderem Wasser schon bedeutend angesüsst.

C. Die Dichte. (Hierzu Tafel 11—14 und 21.)

Aus den Messungen der Temperatur und des Chlorgehalts wurde für alle vorhandenen Werte die Dichte (σ_t)*) mit Zuhilfenahme der Knudsenschen Tabellen berechnet. Die Werte sind wieder in Tabellenform, in Diagrammen und in einem Längsschnitt vereinigt dargestellt.

Bei einem Vergleich der Dichte-Kurven der einzelnen Stationen tritt hauptsächlich der mit der geographischen Breite wechselnde Charakter der Kurven hervor. In den höheren Breiten (Station 1—5 und Station 60) ist die Zunahme der Dichte von der Oberfläche bis 1000 m Tiefe gering; im Durchschnitt nimmt hier die Dichte von 1.0269 auf 1.0277 zu — beträgt also etwa 8 Einheiten der vierten Dezimale. Um diese 8 Einheiten braucht das Oberflächenwasser nur schwerer zu werden, um bis auf 1000 m Tiefe absinken zu können. Nehmen wir als Beispiel Station 1 in 47° N.Br., um uns klar zu werden, was eine Temperatur-Erniedrigung der Oberfläche des Wassers um 1° C. zur Folge hat. (Eine Erniedrigung der Oberflächentemperatur um 1° wird in dieser Breite leicht eintreten). Das Wasser würde bei Erkaltung um 1° ohne Veränderung des Salzgehaltes seine Dichte von 1.02708 auf 1.02725 erhöhen, würde infolgedessen schwerer werden wie das darunterliegende Wasser und imstande sein, bis zu einer Tiefe von 300—400 m abzusinken. Bei Station 5 in 35° N. Br. würde bei Erkaltung um 1° eine Zunahme der Oberflächendichte von 1.02694 auf 1.02715 eintreten. Da nun in 400 m eine Dichte von 1.02718 beobachtet worden ist, so würde das Wasser hier ebenfalls annähernd bis zu dieser Tiefe absinken können.

Nachdem wir so den Einfluss geringer Temperaturänderungen für diese Stationen diskutiert haben, sei noch erwähnt, dass zu dem Moment der Erkaltung verstärkend hinzutreten dürfte der Einfluss der Verdunstung (meist frische Winde mit 70—80% Feuchtigkeit), ferner aber auch betont, dass unsere Beobachtungen aus der kältesten Jahreszeit stammen, dass also im Sommer, wo die Oberflächenschichten in diesen Breiten wärmer und leichter werden, die Situation sich ändern dürfte.

Schon die nächste Station 7 in 24° N. Br. zeigt eine bedeutend schnellere Zunahme der Dichte mit wachsender Tiefe, so dass in dieser Breite erst eine Temperatur-Erniedrigung der Oberfläche von 3—4° C. oder eine dementsprechende Konzentration durch Verdunstung eintreten müsste, um ein Absteigen der Wasserteilchen bis auf einige hundert Meter Tiefe zu ermöglichen — eine solch grosse Erhöhung der Oberflächendichte wird in praxi nicht vorkommen, da ein Wasserteilchen, welches schwerer wird, schon bedeutend früher absinken wird. Äquatorwärts wird diese Zunahme der Dichte mit wachsender Tiefe stetig grösser, ebenso ergibt sich, dass zwischen 30 und 40° S. Br. ein Absinken des Wassers bis in 300—400 m Tiefe durch Schwererwerden infolge Erkaltung oder Verdunstung gegenüber gleicher nördlicher Breite bedeutend erschwert ist, da die Dichte dort bedeutend schneller zunimmt, wie unter gleicher nördlicher

*) Vergl. Schotts Darlegungen im „Valdivia"-Werk, Bd. I, Ozeanographie, S. 219. In den Tabellen ist σ_t als Ausdruck der Dichte s_t gesetzt, indem $\sigma_t = 1000\ (s_t - 1)$.

Breite; nur bei Station 60 nähert sich die Dichte-Kurve wieder der Senkrechten. Diese Station wurde im Südherbst genommen und zeigt eine oberflächliche Erwärmung der obersten 100—200 m, welche im Südwinter verschwinden dürfte.

Das oben Ausgeführte zusammengefasst ergibt, dass die vertikale Verteilung der Dichte im Atlantischen Ozean im Winter eine vertikale Bewegung, d. h. ein Auf- und Niedersteigen der Wasserteilchen von der Oberfläche bis etwa 400 m Tiefe, nördlich von 35° N. Br. und südlich von etwa 45° S. Br. gestattet, wenn eine Zunahme der Dichte an der Oberfläche erfolgt, welche einer Temperatur-Erniedrigung von 1° C. entspricht und aus Abkühlung und Verdunstung gemeinsam resultieren kann.

Gehen wir jetzt zu einer Betrachtung des Dichte-Schnittes (Tafel 21) über, welcher ebenso wie die anderen Schnitte ein Gesamtbild der Verteilung in den obersten 1500 m gibt*). Ein Vergleich mit den früher betrachteten Temperatur- und Salzgehaltsschnitten zeigt, dass die bei diesen Schnitten vorhandenen Gegensätze zwischen Nord- und Südatlantischen Ozean hier nicht in annähernd so grossem Masse auftreten, da der hohe Salzgehalt im Nordatlantischen Ozean kompensiert wird durch die damit verbundene hohe Temperatur. Betrachtet man zunächst den Hauptschnitt ohne die im Agulhas-Strom liegende Station No. 54, so ergibt sich folgendes:

Die an der Oberfläche auftretenden grossen Unterschiede der Dichte zwischen 60° N. Br. und 50° S. Br. gleichen sich mit zunehmender Tiefe mehr und mehr aus, wie auch aus nachstehender Tabelle hervorgeht.

Maxima und Minima der Dichte (σ_t)) in den Tiefen von 0 bis 1500 m, östlicher Atlantischer Ozean 50° N. Br. bis 50° S. Br.**

Tiefe	Maximum	Minimum	Differenz
Oberfläche	27.21	21.12	6.09
100 m	27.25	25.94	1.31
200 m	27.56	26.53	1.03
400 m	27.52	26.88	0.64
1000 m	27.76	27.27	0.49
1500 m	27.82	27.63	0.19

Schon in 100 m Tiefe betragen die grössten Unterschiede der Dichte von 50° N. Br. bis 50° S. Br. nur 13 Einheiten der vierten Dezimale, in 400—1000 m 5—6 Einheiten, dagegen in 1500 m nur 2 Einheiten der 4. Dezimale, ein Wert, welcher jedoch noch oberhalb der Fehlergrenze liegt, da die vierte Dezimale verbürgt werden kann.

Das Minimum der Dichte liegt an der Oberfläche etwas nördlich vom Äquator, von hier aus nimmt die Dichte sowohl nach Norden und Süden wie nach der Tiefe zu. An der Oberfläche ist diese Zunahme der Dichte von verschiedenen Faktoren: Landnähe, Windstärke, Niederschlagsmenge etc. abhängig, so dass hier häufig Unstetigkeiten vorkommen. Mit wachsender Tiefe ist die Zunahme der Dichte jedoch stetig, kleine Unregelmässigkeiten, die gefunden wurden, liegen innerhalb des Beobachtungsfehlers. Jedenfalls sind die „schweren Wasserblasen", welche in den Tiefen der niederen Breiten, umgeben von leichterem Wasser, vor-

*) Bezüglich der benutzten Stationen und des Ein- oder Ausschaltens des Agulhasstromes siehe die vorigen Abschnitte.

**) Abkürzung nach Knudsens Tabellen, (27.21 = 1.02721).

handen sein sollen, in unserm Schnitt verschwunden, wohl aber haben die Isodensen in diesen Breiten eine nach dem Äquator zu aufstrebende Richtung, welche eine Aufwärtsbewegung der Wassermassen anzeigt. Doch davon später.

Wie schon gezeigt wurde, sind die grössten Schwankungen der Dichte in den Oberflächenschichten vorhanden; unterhalb der 400 bis 500 m-Schicht hat z. B. alles Wasser eine grössere Dichte wie 1.027, zwischen dieser Schicht und der 100 m-Schicht schwankt die Dichte zwischen 1.027 und 1.026. Die Drängung der Isodensen in der 100 m-Schicht am Äquator ist analog derjenigen der Isothermen, so dass hier auch die Dichte sprunghaft zunimmt, da unter der leichten Oberflächenschicht eine Abnahme der Temperatur mit einer Zunahme des Salzgehaltes, beides die Dichte erhöhend, stattfindet. Im Gegensatz hierzu wird der grössere Salzgehalt der Tiefenschichten des Nordatlantischen Ozeans gegenüber denen des Südatlantischen meist durch höhere Temperatur des Ersteren kompensiert.

Denken wir uns nun anstelle der Isodensen ein Röhrensystem mit Wasser von den gleichen Eigenschaften wie in unserem Schnitt, so würden zunächst, da das Wasser in jeder Röhre die gleiche Dichte hat, keine Bewegungen in den Röhren stattfinden. Sobald nun aber die Oberfläche des Wassers abgekühlt wird, wie in höheren Breiten oder konzentrierter wird durch Verdunstung wie in mittleren Breiten, so wird es an der Oberfläche schwerer und wird bis zum tiefsten Punkte der Röhre absinken, während anderes Wasser aus tieferen Schichten an seine Stelle tritt. Es würde also bei einer Vermehrung der Dichte um einen unendlich kleinen Bruchteil seines Betrages z. B. das Wasser aus 30^0 N. Br. (von der Mischung abgesehen) bis 300 m absinken, das Wasser aus 30^0 S. Br. dagegen nur bis 100 m Tiefe, das Wasser aus 40^0 N. Br. bis 400 m, auf 40^0 S. Br. dagegen noch nicht bis 200 m. Nach diesen Überlegungen, wie sich der Vorgang ohne die Komplikationen, welche unter den gegebenen Verhältnissen eintreten wie Mischung, Strömungen, Windwirkung, Reibung etc., abspielen würde, betrachten wir unsern Salzgehalt- und Temperaturschnitt gleichzeitig mit dem Dichteschnitt. Es ergibt sich folgendes:

In gleicher Weise, wie im Nordatlantischen Ozean die Isodense in 40^0 N. Br. von der Oberfläche bis 400 m, im Südatlantischen in gleicher Breite bis 100—200 m absteigt, steigen die Isothermen und Isohalinen von der Oberfläche in 40^0 S. Br. zu geringeren Tiefen hinab wie von der Oberfläche in 40^0 N. Br., hierdurch beweisend, dass das Absteigen der Wasserteilchen auch in dem betrachteten Längsschnitt in der Hauptsache durch die Verteilung der Dichte bedingt ist.

So erklärt sich denn auch der Salzgehalts- und Temperaturüberschuss des Nordatlantischen Ozeans gegenüber dem Südatlantischen an der Hand unserer verschiedenen Schnitte. Das Wasser, welches entsprechend dem Verlauf der Flächen gleicher Dichte niedersinkt, wird den Salzgehalt und die Temperatur der Oberflächenschicht (allerdings etwas der Mischung unterworfen) in die Tiefen führen. Da nun der Nordatlantische Ozean in den Breiten von 40—60^0 z. B. bei weitem höher temperiertes und salzhaltigeres Wasser an der Oberfläche führt wie der Südatlantische Ozean, so müssen auch die Tiefen, in welche dieses Wasser absteigt, einen Überschuss an Temperatur und Salzgehalt gegenüber den Tiefen des Südatlantischen Ozeans aufweisen.

Gestört wird die reguläre Verteilung der Dichte in unserm Schnitt durch das Eindringen der Agulhasströmung, deren Einfluss man in dem kleineren Schnitt rechts auf der Tafel sieht. Bis zu 1000 m Tiefe wird hier eine Wassermasse geringerer Dichte zwischen Wasser grösserer Dichte eingeschoben, so dass die Isodensen steil in die Tiefe nach Station 54 zu sinken. Diese Tiefenwirkung des Agulhas-Stromes, welche sich auch in höherer Temperatur und höherem Salzgehalt bis 1000 m kenntlich macht, ist zum Teil zurückzuführen auf eine Verengung des

Querschnitts der Strömung beim Zusammentreffen mit der gewaltigen Westwinddrift. Die aus dem Indischen Ozean andrängenden Wassermassen werden hier südlich von Afrika beim Vorwärtsschreiten nach Südwest mehr und mehr von der Westwinddrift eingeengt, so dass sich einzelne Teile fingerförmig ineinanderschieben. Da das Wasser des Agulhas-Stromes seitlich nicht ausweichen kann, so muss es nach der Tiefe hin sich anstauen. Durch hier einsetzende Mischung mit dem danebenliegenden schweren Wasser, welches das leichtere Wasser zu verdrängen trachtet, wird die Strömung allmählich vernichtet, jedoch dürfte vielleicht das relativ leichte Wasser in 500 und 900 m bei der „Gauss“-Station westlich von Südafrika noch vom Agulhas-Strom beeinflusst sein.

Dieses Nebeneinanderlagern von schweren und leichten Wassermassen bis in grosse Tiefen muss auch in der Tiefe zu heftigen Ausgleichs-Bewegungen führen, welche ein Mischwasser erzeugen — ein Mischwasser, welches die charakteristischen Eigenschaften jenes nach Norden vordringenden Tiefenstromes zeigt, der sich in seiner Wirkung bis über den Äquator hin geltend macht. (Siehe auch die Ausführungen später über die Vertikalzirkulation [Kapitel IV].)

D. Der Sauerstoffgehalt. (Hierzu Tafel 22 und 23.)

Bei Auswahl der an Bord selbst auszuführenden chemischen Bestimmungen wurde der Hauptwert darauf gelegt, nach Möglichkeit solche Untersuchungen zu wählen, welche systematisch, also in allen Tiefen, in denen auch Temperatur und Salzgehalt bestimmt wurden, ausgeführt werden konnten, da bei einer Betrachtung der Resultate der früheren Expeditionen klar zutage getreten war, dass vereinzelte, unregelmässige Bestimmungen eines Elements wenig praktischen Nutzen der Forschung bringen. Als solch systematisch zu untersuchendes Element wurde der Sauerstoff ausgewählt, da einerseits die Winklersche Methode*) erlaubte, eine grössere Reihe von Bestimmungen hintereinander auszuführen, andererseits auch diese Sauerstoff-Bestimmungen nach titrimetrischer Methode als Grundlage für die volumetrischen Untersuchungen der anderen Gase dienen sollten, welche an der Hand der in evakuierten Röhren eingeschmolzenen Wasserproben bestimmt werden sollten.

Der Sauerstoffgehalt des Meerwassers wird verändert durch die Lebensfunktionen der Tier- und Pflanzenorganismen, welche sich im Wasser befinden. Da pflanzliche Organismen, welche Sauerstoff abgeben, nur in der Oberflächenschicht existieren können, so kommt für die Tiefenschichten nur eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes durch animalische Organismen oder chemische Oxydationsprozesse in Betracht. Während an der Oberfläche diese Verminderung nur geringe Beträge (einige Zehntel Kubikzentimeter) erreicht, da der verbrauchte Sauerstoff bei der Berührung des Meerwassers mit der Luft stetig wieder ergänzt wird, wird in der Tiefe das Wasser im allgemeinen um so weiter vom Absorptions-Maximum entfernt sein, je längere Zeit es von der Oberfläche entfernt ist. Oder, wenn man die Differenz zwischen dem bei einer bestimmten Temperatur und Salzgehalt möglichen Maximum des absorbierten Sauerstoffs, der Sättigung, und der bei dieser Temperatur und bei diesem Salzgehalt tatsächlich vorhandenen Sauerstoffmenge als Sättigungsdefizit bezeichnet, so wird dieses um so grösser sein, je länger das betreffende Wasser nicht mit der Atmosphäre in Berührung gewesen ist. Dieses ist die bislang einzig mögliche Schlussfolgerung, welche aus den erhaltenen Werten gezogen werden kann, da über den Betrag des in den einzelnen Tiefenschichten des Meeres durch die Organismen verbrauchten Sauerstoffs keine positiven Angaben möglich sind.

*) Siehe Kapitel I.

Die von der Oberflächenschicht absorbierte Menge des Sauerstoffs ist nun ohne Berücksichtigung des Luftdrucks abhängig von der Temperatur und dem Salzgehalt des Meerwassers, indem mit zunehmender Temperatur und mit zunehmendem Salzgehalt die Absorptionsfähigkeit geringer wird. So enthält destilliertes Wasser von 0° Temperatur 10.06 ccm Sauerstoff pro Liter, wenn es mit Sauerstoff gesättigt ist, dagegen bei 25° nur 5.89 ccm; Wasser von 35—36 ‰ Salzgehalt bei 0° dagegen 8.02 und bei 25° und gleichem Salzgehalt 4.91 ccm Sauerstoff*). Die vom „Planet" ausgeführten Sauerstoff-Bestimmungen sind in den Stations-Tabellen angegeben. Die an einzelnen Stellen eingeklammerten Zahlen sind um ein Geringes zu gross, da zuweilen eine Spur zuviel von der Titrier-Flüssigkeit zugesetzt worden ist, jedoch handelt es sich im Höchstfall um Beträge von ein oder zwei Zehntel Kubikzentimetern — auch ist das Sättigungsdefizit des Sauerstoffs, nach der Tabelle von Jakobsen berechnet, beigefügt. Die Zahlen sind nun in zwei Schnitten dargestellt, deren einer (Tafel 22) die Verteilung der gemessenen Mengen Sauerstoff in ccm/Liter zeigt, während der zweite (Tafel 23), eine Übersicht über das Sättigungsdefizit des Sauerstoffs in den einzelnen Schichten gibt.

Der erstere Schnitt weist an der Oberflächenschicht eine stetige Abnahme der Sauerstoffmenge von den höheren Breiten nach den äquatorialen Gegenden hin auf — eine Folge der zunehmenden Erwärmung der Oberfläche, wodurch die Absorptionsfähigkeit des Wassers verringert wird. Dort, wo Temperatur und Salzgehalt des Wassers sprunghaft ab- bezw. zunehmen und hierdurch andeuten, dass Wasser verschiedener Herkunftsart aneinander gelagert ist, zeigt auch der Sauerstoffgehalt das gleiche Verhalten, indem in den Tropen die Oberflächenschichten mit Sauerstoff nahezu gesättigt sind, während schon in 100 m Tiefe der Gehalt an Sauerstoff ein äusserst geringer ist. Die Sprungschicht der Tropen ist also in Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffgehalt des Wassers gleich deutlich ausgeprägt.

Die Minima des Sauerstoffgehalts finden sich etwa in einer Tiefe von 400 m zu beiden Seiten des Äquators; in den tieferen Schichten von 1000—1500 m findet sich in den Tropen wie auch meist in den mittleren Breiten in unserem Schnitt eine Zunahme des Sauerstoffgehalts. Diese Zunahme, mit der Tiefe verbunden mit einer Abnahme der Temperatur, zeigt an, dass das Wasser aus höheren Breiten stammt wie das darüberliegende Wasser, oder dass jenes bei niederen Temperaturen von der Oberfläche niedergesunken sein muss.

Der zweite Schnitt (Tafel 23) enthält die Linien gleichen Sättigungsdefizits. An der Oberfläche ist das Wasser bis auf einige Zehntel Kubikzentimeter gesättigt, dicht unter der Oberfläche ist zuweilen sogar eine kleine Übersättigung vorhanden. In den Tiefenschichten nimmt das Sättigungsdefizit äquatorwärts stetig zu und erreicht in der 400 m-Schicht in 10° N. Br. und 10° S. Br. sein Maximum mit über 5 ccm. Da nichts darauf hindeutet, dass das organische Leben in diesen Breiten reicher entwickelt ist wie in den gleichen Tiefen der höheren Breiten, so erscheint der Schluss berechtigt, dass dort im Maximum des Sättigungsdefizits das Wasser seit längerer Zeit nicht mehr mit der Atmosphäre in Berührung gewesen ist wie alles übrige Wasser. Das Gebiet, welches mehr als 4 ccm Sättigungsdefizit aufweist, wird von Wasser erfüllt, welches eine langsame aufsteigende Bewegung hat (Zunahme des Sättigungsdefizits in den Tropen von 1000 m aufwärts), und in den oberen Schichten unter Mischung mit seitlich zugeführtem Wasser allmählich an die Oberfläche gelangt.

Um festzustellen, ob sich eine Übereinstimmung der „Planet"-Werte mit den von der „Challenger"-Expedition gefundenen Sauerstoff-Werten ergeben würde, wurden die von

*) Nach J. P. Jacobsen: Die Löslichkeit von Sauerstoff in Meerwasser in Meddelelser fra komm. for Havundersogelser. Serie Hydrografi, Bd. I, No. 3, Kopenhagen 1905.

letzterer mitgeteilten Zahlen für den Atlantischen Ozean (im ganzen nur sehr wenige) in Tafel 22 eingetragen. Die Übereinstimmung ist so frappant, dass jeder Zweifel über die vom ,,Planet" gefundenen Gesetzmässigkeiten in der Verteilung des Sauerstoffs in den Tiefen der Ozeane verschwinden muss; dass die ,,Challenger"-Beobachtungen selbst wenig Ergebnisse brachten, liegt an der zu geringen Anzahl der Beobachtungen.

4. Indischer Ozean.

A. Die Temperatur. (Hierzu Tafel 11, 15, 16 und 24.)

Sämtliche ,,Planet"-Stationen im Indischen Ozean liegen im Gebiet warmer Strömungen bezw. in der Nähe des Äquators, wenn wir von den Stationen 54 und 60 absehen, welche schon im Zusammenhang mit den Stationen des Atlantischen Ozeans behandelt sind. Von welcher Bedeutung der Charakter des Stromgebietes auch für die Tiefenschichten des Meeres ist, zeigt ein Vergleich der ,,Gauss"-Station 29 in 36° S. Br. im kühlen Benguela-Stromgebiet westlich Südafrika mit ,,Planet"-Station 82 in 37° S. Br. im warmen Stromgebiete östlich Südafrika.

	,,Gauss" 29	,,Planet" 82	Differenz
Oberfläche	16.8	18.5	1.7° C.
100 m	13.7	17.7	4.0° C.
400 m	8.0	12.8	4.8° C.
800 m	4.0	7.4	3.4° C.
1500 m	2.4	3.2	0.8° C.

Der Einfluss des warmen Stromgebietes macht sich bis in die Tiefe von 1500 m geltend, am meisten jedoch in der 400 m-Schicht, wo der Temperatur-Überschuss 4.8° erreicht. Unser Temperatur-Schnitt, in dem die grössere Anzahl der Stationen an der Westseite des Indischen Ozeans vereinigt ist, wird daher am meisten Ähnlichkeit mit dem Schnitt längs der Ostseite des Nordatlantischen Ozeans aufweisen, welcher auch durch ein relativ warmes Strömungsgebiet führt. Als südlichste Station ist zu dem Schnitt Station No. 60 hinzugezogen worden, um den Zusammenhang mit dem kalten Gebiet der Westwinddrift zu erhalten.

Die einzelnen Temperaturen, welche gemeinsam mit dem Salzgehalt und der Dichte in Diagrammen dargestellt sind, zeigen, im grossen genommen, folgenden charakteristischen Unterschied: Zwischen 40° und 10° S. Br. nimmt die Temperatur in der obersten 1000 m-Schicht ziemlich gleichmässig von der Oberfläche nach der Tiefe ab, indessen in den äquatornahen Gegenden die Temperatur-Abnahme bis zur Tiefe von 150 bezw. 200 m sehr gross ist und alsdann in langsamerem Tempo sich fortsetzt.

Dieses letztere zeigen uns die Stationen 127, 144, 145, 158 und 181, bei denen die Temperatur in der 200 und 400 m-Schicht bedeutend niedriger ist, wie bei den südlicher gelegenen Stationen, eine Folge der Beimischung von in diesen niedrigen Breiten aufsteigendem Tiefenwasser

Durch das Überlagern des kalten Tiefenwassers, welches namentlich bei Station 127 die Tendenz zum Aufsteigen zeigt, mit oberflächlich stark erwärmtem, leichterem Wasser entsteht auch im Indischen Ozean eine Sprungschicht, deren Lage fast durchweg tiefer ist wie im Atlantischen Ozean. Es seien hier wieder als Ergänzung zu den von Schott im ,,Valdivia"-Werk*) aufgeführten Temperatur-Sprüngen in nachfolgender Tabelle die diesbezüglichen ,,Planet"-Beobachtungen sowie einige der ,,Vitiaz"-Beobachtungen zusammengestellt.

*) Ozeanographie, Bd. I, S. 179.

Beobachtungen über die Sprungschicht im Indischen Ozean.

Station No.	Datum	Breite	Länge	° C. Oberflächen-Temperatur	Temperatur-Gradient für je 25 m Tiefen-Unterschied in der Schicht von								Bemerkungen
					0—25 m	25—50 m	50—75 m	75—100 m	100—125 m	125—150 m	150—175 m	175—200 m	
„Planet“	1906												
127	23. VI.	8°45′ S.	64°52′ O.	27.3	**2.0**	**2.0**	**3.3**	**2.3**	1.1	1.1	1.0	1.0	100 m: 22.7, 120: 21.1, 140: 19.5, 160: 16.8, 200: 13.6.
144	30. VI.	1°52′ N.	74°45′ O.	29.0	1.2	1.3	0.0	**4.8**	1.9	**2.6**	**2.6**	**2.0**	
145	17. VII.	3°32′ N.	88°20′ O.	28.3	1.2	1.2	1.2	1.3	**4.2**	**4.1**	0.9	0.9	
158	24. VII.	0°44′ S.	97°16′ O.	29.1	0.5	0.5	0.5	0.6	**9.8**	**2.8**	1.0	1.0	
181	14. VIII.	9°18′ S.	112°9′ O.	27.5	1.8	1.8	1.9	1.9	**3.1**	1.8	0.7	0.7	Sprung wahrscheinlich schon zwischen 75 und 100 m.
„Vitiaz“	1889												
191	31. I.	6°07′ N.	92°03′ O.	28.5	0.7	0.6	**3.6**	**3.7**	1.7	1.7	1.6	1.6	
193	14. II.	6°56′ N.	75°57′ O.	28.2	0.0	0.2	0.3	0.3	**3.4**	**3.4**	**3.4**	**3.4**	

Die Werte sind zum Teil geradlinig interpoliert.

Während im Atlantischen Ozean die Sprungschicht stets in der obersten 100 m-Schicht, meist zwischen 25 und 75 m Tiefe, liegt, tritt sie im Indischen Ozean nur vereinzelt so nahe an die Oberfläche und liegt im Durchschnitt zwischen 75 und 150 m Tiefe. Die Ursachen für diese Verschiedenartigkeit in der Tiefenlage der Sprungschicht sind zum Teil zu suchen in der Intensität der Oberflächenströmungen, welche eine Kompensation der fortgeführten Wassermassen aus der Tiefe bedingen, andererseits aber auch in dem Auftrieb, den das Tiefenwasser der niederen Breiten infolge von Dichteunterschieden erleidet, auch ist vielleicht die Form und Gestalt der Meeresbecken von Einfluss. Inwieweit die einzelnen Faktoren massgebend sind, und auch der Faktor der allmählichen Vermischung von Oberflächen- und Tiefenwasser für die Lage der Sprungschicht zu berücksichtigen ist, muss spezielleren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Dass bei Station 127 der Auftrieb am grössten ist, wurde schon einmal erwähnt. Die Temperatur in 100 m Tiefe beträgt hier nur 17.7, gegen 22—23° im Norden und Süden, ebenso ist die Temperatur von 9.8 in 400 m Tiefe niedriger wie die Temperaturen der umliegenden Stationen. Auch die 800 und 1000 m-Tiefen zeigen bei Station 127 (und bei 120) deutlich eine Hebung der Isothermen, indessen in der 1500 m-Schicht eine allmähliche Erwärmung mit nördlicher Breite eintritt, zurückzuführen auf eine Tiefenströmung warmen, salzreicheren Wassers. Im Gegensatz hierzu stehen die hohen Temperaturen der Station 98 an der Südspitze Madagaskars, welche auf Wirkungen der Salzgehalt- bezw. Dichteverteilung zurückzuführen sind, wie wir später sehen werden.

Um den Schnitt nach Norden und Nordwesten ausdehnen zu können, wurden die „Vitiaz“-Stationen 193 und 194 herangezogen, deren Werte einen verlässlichen Eindruck machten. No. 193 liegt westlich von Ceylon, 194 im arabischen Meer östlich von der Insel Sokotra (siehe Tafel 11). Der Verlauf der Linien nach der räumlich weit entfernten Station 194 ist nur angedeutet, jedoch zeigt sich, dass im Nordwesten die Tiefenschichten wärmer und, wie wir später sehen werden, salzhaltiger sowie schwerer sind, so dass von hier aus Wasser nach südlicheren Breiten absinken wird, so auch die oben angeführte Erwärmung der 1500 m-Schicht hervorrufend.

Die Stationen 124, 145, 158 und 179/81 sind nicht im Schnitt enthalten, da sie mehr dem östlichen Teil des Indischen Ozeans angehören — sie zeigen in den Tiefenschichten im allgemeinen etwas niedrigere Temperaturen, wie die unter gleicher Breite im westlichen Teil liegenden Stationen. Station 179/81 liegt südlich von Java und dürfte das kalte Gebiet, welches von Schott*) auf Grund der bislang vorliegenden Messungen gezeichnet worden ist, etwas einschränken, indem für 600 und 800 m Tiefe das Gebiet mit Temperaturen unter 5° südlich von Java fortfallen kann, wenngleich die Schichten hier relativ kalt sind und auf Auftriebserscheinungen schliessen lassen. Auch für einige andere Gegenden gestalten sich die Linienzüge in den Temperaturkarten, welche von Schott für die verschiedenen Tiefenschichten entworfen sind, auf Grund des „Planet"-Materials etwas anders (z. B. südlich von Madagaskar), ohne jedoch die Grundzüge des Bildes umzustossen.

B. Der Salzgehalt. (Hierzu Tafel 11, 15, 16 und 25.)

Die Salzgehalt-Beobachtungen umfassen dieselben Tiefen und Stationen wie die Temperatur-Beobachtungen; neben der Darstellung in Tabellen und Diagrammen sind sie ebenfalls in einem Schnitt von Süd nach Nord durch den westlichen Teil des Indischen Ozeans vereinigt.

Noch weniger wie vom Atlantischen Ozean besitzen wir bislang über die vertikale Verteilung des Salzgehalts im Indischen Ozean genügend systematische und homogene Beobachtungen, so dass das „Planet"-Material auch hier manches Neue bietet. Während die südlichste Station No. 60 (auf 50° S. Br.) eine stetige Zunahme des Salzgehaltes von 33.84 an der Oberfläche bis 34.78‰ in 1500 m Tiefe zeigt, finden wir bei Station 82 (in 37° S. Br.) eine stetige Abnahme von 35.59 an der Oberfläche bis 34.38 in 1000 m Tiefe und alsdann wieder Zunahme auf 34.52 in 1500 m Tiefe. Wir finden also auch hier das Minimum des Salzgehalts des Südatlantischen Ozeans, nur etwas niedriger an absolutem Wert und etwas tiefer liegend, wieder und können es als Tiefenströmung bis in etwa 10° S. Br. verfolgen, sich mit niedrigerer Breite etwas hebend und der Mischung unterliegend.

In den höheren Schichten ist eine stetige Abnahme des Salzgehalts von der Oberfläche bis zu dem erwähnten Minimum nur noch bei Station 73 (östlich von Natal) vorhanden, während äquatorwärts dicht unter der relativ salzarmen Oberflächenschicht eine salzhaltigere Schicht liegt, welche ähnlich wie beim Atlantischen Ozean sich von dem subtropischen Salzgehalts-Maximum (zwischen 30—37° S. Br. in unserem Schnitt gelegen) von der Oberfläche nach niederen Breiten in die Tiefe absenkt und allmählich an Intensität einbüsst. Bei der schon in der Diskussion der Temperaturen erwähnten Station 127 ist auch hier im Salzgehaltsschnitt der Auftrieb der Tiefenschichten deutlich erkennbar, dieser bewirkt ein Hochdrängen der salzhaltigen Zwischenschicht unter gleichzeitiger Abschwächung infolge Vermischung.

Die schwer zu erklärenden Salzgehaltsverhältnisse bei der dicht unter dem Äquator gelegenen Station 144 — höherer Salzgehalt der 400 bis 1500 m-Schicht wie in gleicher Tiefe bei den südlicher gelegenen Stationen und unregelmässige Schichtung in der darüberliegenden Schicht — führte zur Heranziehung der „Vitiaz"-Stationen**). „Vitiaz"-Station 193 auf etwa 7° N. Br. westlich von Ceylon gelegen, weist in seinen Salzgehaltswerten (abgeleitet aus ς 17.5) ähnliche, ja fast die gleichen, nur um 0.1‰ höhere Werte auf, wie die nächste Station „Planet" 144 nur in 100 m Tiefe ist ein enorm hoher Wert 36.45‰ verzeichnet. Ist dieser Wert möglich und ist er wahrscheinlich? Als Kriterium zur Beantwortung dieser Frage dient zunächst die Dichte, welche sich aus Temperatur und Salzgehalt ergibt. Der angegebene Wert von

*) Siehe Atlas des „Valdivia"-Werkes, Bd. 1, Tafel XIV bis XVI.

**) Makaroff: Le „Vitiaz" et l'Océan pacifique, Vol. II, 132—134.

1.02379 in 100 m Tiefe ist durchaus wahrscheinlich, da „Planet"-Station 144 den Wert 1.02393 aufweist und in der Vertikalen bei „Vitiaz" 193 völlige Stabilität besteht (siehe den Dichte-Schnitt). Ein weiteres Kriterium wird dadurch gegeben, ob in der Nähe ähnlich hohe Salzgehaltswerte auftreten und woher sie stammen können. Im östlichen und südlichen Teile des Indischen Ozeans kommen solche hohen Werte nicht vor, wohl aber im nordwestlichen Teile, im Arabischen Meer. Wie aus der von Schott entworfenen Karte der Salzgehaltverteilung an der Meeresoberfläche*) hervorgeht, liegt hier ein Maximum des Salzgehalts ähnlich wie bei den anderen Gebieten in den subtropischen Breiten der Ozeane, nur im Nordindischen Ozean in bedeutend niedrigere Breiten hinabragend. Über dieses Maximum des Salzgehalts liegt noch wenig Beobachtungsmaterial vor, wir können seine Lage in dieser niedrigen Breite aber leicht auf die in diesem Meeresteil ständig wehenden frischen Monsunwinde, welche die Verdunstung steigern, erklären. Von Stationen mit Bestimmung des Salzgehalts in der Tiefe in diesem Gebiet stand nur „Vitiaz"-Station 194 (12°29′ N. Br. 57°46′ Ö. L.) zwischen Sokotra und den Laccadiven gelegen, zur Verfügung. Da die Station räumlich weit entfernt von den anderen Stationen der Schnitte liegt, so sind die Beobachtungen in den Schnitten nur eingetragen, aber nicht durch Linien gleicher Werte mit den anderen Linien der Schnitte verbunden. Die Werte der Station 194 zeigen nun an der Oberfläche und in 50 m Tiefe Werte über 36.5°/₀₀, so dass wir annehmen können, dass von diesem Gebiet aus eine Strömung in 100 m Tiefe nach Osten vordringt, in ähnlicher Weise, wie auch von dem Maximum im Südindischen und Südatlantischen Ozean das salzhaltige Wasser aus höherer sich nach niederen Breiten unter das weniger salzreiche Oberflächenwasser vorschiebt.

Wir sehen ferner an „Vitiaz"-Station 194, dass das Wasser bis zu 800 m Tiefe mehr wie 35.5°/₀₀ Salzgehalt hat, ähnlich wie im Nordatlantischen Ozean, und ferner, dass in 800 m Tiefe ein sekundäres Salzgehalts-Maximum auftritt, welches auch durch „Vitiaz"-Station 196 (55 Sm östlich von Aden) bestätigt wird, verbunden mit relativ hohen Temperaturen („Vitiaz" 196 in 800 m 11.7, „Vitiaz" 194 9.7°), so dass es unabweislich erscheint, auch hier eine regional ziemlich ausgebreitete Wirkung der aus dem Roten Meer austretenden Unterströmung anzunehmen, welche in den Tiefen von 800—1500 m auch bei der „Planet"-Station 144 noch ihren Einfluss in etwas erhöhten Salzgehaltswerten äussert. Verf. möchte diese Wirkung nicht als direkte Strömung aufgefasst wissen, sondern als allmählich erfolgende Beimischung von salzhaltigerem Wasser zu dem in der Hauptsache von Süden stammenden Tiefenwasser, ein Vorgang, wie ihn der Salzgehaltsschnitt in dem Verlauf seiner Linien auch anzudeuten scheint.

Schott, welcher schon auf die Wirkung des Unterstromes aus der Babelmandebstrasse aufmerksam gemacht hat**), gibt nach einer Bestimmung durch den Chemiker der „Valdivia"-Expedition für 1840 m Tiefe im Golf von Aden den Salzgehalt zu 38.47°/₀₀, ein Wert, der als zu hoch erscheint, wie auch Krümmel bemerkt***). Wenn auch dieser Wert mit den von „Vitiaz" in der Babelmandebstrasse gemessenen Werten (Station 197) noch gut sich vereinbaren lässt, so zeigten doch die Werte der „Vitiaz"-Station 196 (55 Sm Ost von Aden) erheblich niedrigere Werte in den oberen Schichten (36.10°/₀₀ in 100 m, 35.63 in 400 m, 35.75 in 800 m Tiefe), so dass auch unter Berücksichtigung der Werte West von Gibraltar der „Valdivia"-Wert stark zweifelhaft erscheint. Jedenfalls liegt hier im arabischen Meer noch ein reiches Feld für Tiefseeforschungen, welches, da es an der Strasse des Weltverkehrs liegt, leicht zu erreichen ist.

---

*) „Valdivia"-Werk, Bd. I., Ozeanographie, Atlas, Tafel 33.

**) „Valdivia"-Werk, Bd. I, S. 187.

***) Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, neue Aufl., S. 342.

Bei den in unserem Schnitt nicht enthaltenen, im östlichen Gebiet des Indischen Ozeans liegenden Stationen ist der Oberflächen-Salzgehalt sehr gering unter 35 ‰, nimmt unter dem Äquator (Stationen 145 und 148) auf 35.1 in 200 bis 600 m zu und alsdann langsam auf 34.7 ‰ ab, während sich bei 179/181 in 10° S. Br. südlich Java in 800 und 1000 m Tiefe noch das auch im westlichen Teil konstatierte Minimum des Salzgehalts der süd-nördlich setzenden Tiefenströmung einschiebt.

C. Die Dichte*). (Hierzu Tafel 11, 15, 16 und 26.)

Ein Vergleich der Dichte-Schnitte des Indischen und Atlantischen Ozeans zeigt, dass die Unterschiede der Dichte in den einzelnen Tiefenschichten des Indischen Ozeans grösser sind, wie im Atlantischen Ozean. Dieses tritt deutlich hervor, wenn wir wieder die in dem Schnitt in den verschiedenen Schichten auftretenden höchsten und niedrigsten Werte der Dichte ausziehen.

Maxima und Minima der Dichte (σ_t) in den Schichten von 0 bis 1500 m (Indischer Ozean 50° S. bis 3° N. Br.).

Tiefe	Maximum	Minimum	Differenz	Differenz (Atlantischer Ozean 50° S.—50° N.)
Oberfläche	26.92	21.61	5.32	6.09
100 m	26.92	23.70	3.22	1.31
200 m	27.27	25.16	2.11	1.03
400 m	27.46	26.45	1.01	0.64
1000 m	27.69	27.12	0.57	0.49
1500 m	27.71	27.50	0.21	0.19

Es ergibt sich, dass die Minima der Dichte im Indischen Ozean in der 100—400 m-Schicht erheblich niedriger sind wie im Atlantischen Ozean, eine Folge der in ersterem Ozean in dieser Schicht auftretenden hohen Temperaturen namentlich bei Station No. 98 östlich der Südspitze Madagaskars. Diese Station tritt in gleichem Sinne wie im Dichteschnitt auch bei den anderen Schnitten hervor, indem sich in den Tiefen der Station 98 Isothermen, Isohalinen und Isodensen bis 1000 m Tiefe in ihren tiefsten Lagen befinden und nach Norden und Süden ansteigen.

Diese Minima der Dichte in den einzelnen Schichten der Station 98 sind also verbunden mit Maxima der Temperatur und des Salzgehalts, ähnlich wie bei der im Agulhas-Strom liegenden Station 54. Wie aus einer näheren Betrachtung der Schnitte hervorgeht, sind zwei Ursachen für diese Verhältnisse vorhanden: einerseits das subtropische Maximum des Salzgehalts in etwa 32° S. Br., welches die oberen Schichten beeinflusst und andererseits das niedersinkende Wasser aus höheren, südlicheren Breiten.

Die erheblichen Unterschiede in der Dichte der 100 m-Schicht sind durch die tiefere Lage der Sprungschicht im Indischen Ozean bedingt, indem hier die hohe Temperatur der 100 m-Tiefe in den Tropen die geringe Dichte des Wassers bewirkt.

Von Station 98 auf 24° S. Br. steigen die Isodensen aufwärts bis nach Station 127 in 9° S. Br. in allen Tiefenstufen. Letztere Station zeigt nun durch ihre relativ niedrigen Temperaturen, wie wir schon bei der Diskussion der Temperaturverteilung sahen, alle Anzeichen des Auftriebs, so dass wir auch das Ansteigen der Isodensen hier als Auftrieb deuten können. Ziehen wir die Gestaltung des Meeresbodens in den Kreis unserer Betrachtung und gehen davon aus, dass in den höheren südlichen Breiten das kalte und schwere Wasser äquatorwärts in die Tiefe sinkt, sich also Tiefenströmungen von Süd nach Nord gerichtet entwickeln, welche sowohl im Indi-

*) Vergl. die Ausführungen über die Dichte des Atlantischen Ozeans.

schen wie Atlantischen Ozean durch den Verlauf der Isohalinen von 34.50 und 34.75‰ deutlich gekennzeichnet sind, so müssen diese Wassermassen dort, wo sie angestaut und wo auch die Tiefen beträchtlich verringert werden, eine aufwärtsstrebende Komponente erhalten und so ihr Wasser allmählich der Oberfläche wieder zuführen. Dies ist der Fall bei dem in unserm Schnitt des Indischen Ozeans wiedergegebenen Verhältnissen. Hier stellen sich die umfangreichen Plateaus des Maskarenen und Chagos-Rückens hemmend in den Weg, indem gleichzeitig auch schwereres Wasser aus dem nordwestlichen Indischen Ozean nach Süden drückt (vergl. die Dichten der „Vitiaz"-Stationen 193 und 194), welches z. T. sich schon bei Station 144 in Vermehrung des Salzgehalts und der Temperatur der Tiefenschichten geltend gemacht hat.

Das zur Verfügung stehende Material an exakten Beobachtungen erweist sich auch im Indischen Ozean als äusserst gering, jedoch zeigen die aus dem östlichen Teil desselben vorliegenden Beobachtungen (wie Station 158 im Mentawei-Graben), dass hier keine zu grossem Wassermassenaustausch in Richtung der Breitenkreise berechtigenden Differenzen in der Dichte auftreten, vielmehr der gesamte Status in den östlichen Tropen demjenigen des westlichen Gebietes ähnlich ist. Die Hauptunterschiede liegen in meridionaler Richtung, in dieser haben wir die Hauptumsetzungen in den Tiefenschichten zu suchen. Aus unserem Dichteschnitt erklärt sich jedoch noch nicht zur Genüge der Keil hohen Salzgehalts (und hoher Temperatur), welcher sich von den Subtropen in 100—400 m Tiefe nach niederen Breiten vorschiebt. Fassen wir einen bestimmten Fall ins Auge: die 400 m-Tiefe der Station 98 mit 35.34‰ Salzgehalt, 14.1° Temperatur und einer Dichte von 1.02645. Wo ist dieses Wasser von der Oberfläche abgesunken (ohne Berücksichtigung etwaiger Mischungsvorgänge)? Nach den Oberflächenbeobachtungen des „Planet" findet man einen Salzgehalt von 35.3—35.4‰ in 38—41° S. Br. und 32° Ö. L., verbunden mit einer Temperatur von 14,6—17°,8 (am 28.—30. April 1906). Diese Werte sind aber mit einer geringeren Dichte wie 1.02645 verbunden, und die Oberflächenbeobachtungen lehren, dass eine Dichte von gleicher Grösse in dem durchfahrenen Gebiet stets mit geringerer Temperatur und niedrigerem Salzgehalt vereinigt ist:

Oberflächen-Beobachtungen vom 27. April 1906:	8¼a	$t = 11.0$	$S. = 34.56$	$\sigma_t = 26.45$
,,	11½a	$t = 9.0$	$S. = 34.25$	$\sigma_t = 26.55$
,,	4¾p	$t = 11.2$	$S. = 34.63$	$\sigma_t = 26.47$
,, ,, ,, 28. April 1906:	8¾a	$t = 10.4$	$S. = 34.51$	$\sigma_t = 26.52$
,,	6½p	$t = 16.1$	$S. = 35.43$	$\sigma_t = 26.07$

Die ersten vier Beobachtungen gehören in der Hauptsache dem Gebiet der Westwinddrift an, während die letzte dem Gebiet der warmen nach Süden setzenden Strömung entstammt. Es ergibt sich demnach, dass das Wasser von gleicher Dichte wie in 400 m bei Station 98 in dem von uns betrachteten Gebiet stets mit geringerer Temperatur und geringerem Salzgehalt verbunden ist, also nicht aus diesem Gebiet 38—41° S. Br. (auch nicht infolge von Mischung) stammen kann. Die auf dem Kurse Durban-St. Marie beobachteten Werte von gleichem oder höherem Salzgehalt sind stets mit so hoher Temperatur und infolgedessen geringer Dichte in Verbindung, dass ein Absinken infolge Abkühlung bis zur Tiefe von 400 m nicht in Frage kommt.

Die Karte des Salzgehalts der Meeresoberfläche im „Valdivia"-Werk*) lehrt uns, dass das subtropische Maximum des Salzgehalts im südlichen Indischen Ozean mit seinem Kern im östlichen Teil desselben liegt, dass hier der Salzgehalt fast um 1‰ höher ist wie im westlichen Teil. Wenngleich die Oberflächentemperatur im östlichen Teil um ein geringes niedriger ist wie im westlichen, so ist doch die Dichte unter gleicher Breite, z. B. 30° S. Br., erheblich grösser**).

*) Bd. Ozeanographie, Atlas, Tafel 33.

**) A. a. O., Tafel 35.

Wir finden also hier die Bedingungen, welche im südwestlichen Teil fehlen: Temperatur und Salzgehalt von derjenigen Höhe mit einander vereinigt, dass die resultierende Dichte mindestens 1.02645 beträgt. Demzufolge erscheint der Schluss berechtigt, dass das Wasser in 100—400 m Tiefe im westlichen subtropischen Gebiet (Station 98) stark durch Wasser aus dem östlichen Gebiet beeinflusst ist, welches, da schwerer, die Tendenz hat, nach Westen sich abzusenken. An Beobachtungsmaterial fehlte es im Osten fast ganz, doch zeigt z. B. die Temperaturverteilung für 400 m Tiefe*), dass das Gebiet höchster Temperatur sich im östlichen Teil in 400 m befindet, dass also hier die Wärme des Oberflächenwassers (welche infolge von Dichte-Unterschieden sich in die Tiefe fortpflanzt) am meisten zur Geltung kommt. Es ist also ein ähnlicher Vorgang wie im Atlantischen Ozean, wo, wie wir sahen, die 400 m-Tiefe wärmeres und salzhaltigeres Wasser im nördlichen Teil aufwies, wie im südlichen Teil — analog den Verhältnissen an der Oberfläche. Dass im Indischen Ozean in den Subtropen in 200 m Tiefe keine nennenswerten Differenzen zwischen Ost und West auftauchen, erklärt sich daraus, dass das Wasser bis zu dieser Tiefe schon aus hochtemperierten Gebieten niedersinken kann, wie der Verlauf der Isodensen zeigt, während das Wasser in 400 m Tiefe geringeren Salzgehalt und geringere Temperatur aufweisen müsste, wenn es nur aus den südlicheren Breiten im westlichen Teil stammen würde, wie es tatsächlich aufweist.

D. Der Sauerstoffgehalt. (Hierzu Tafel 27 und 28.)

Auch für den Indischen Ozean wurde einerseits die an Ort und Stelle gefundene Sauerstoffmenge in ccm/Liter, andererseits ihr Sättigungsdefizit berechnet und in Schnitten für den westlichen Teil des Indischen Ozeans dargestellt.

Der Schnitt über die Verteilung der Sauerstoffmengen zeigt, dass auch im Indischen Ozean der Sauerstoffgehalt der Tiefen in den äquatorialen Breiten am geringsten ist und bei Station 144 unter 1 ccm pro Liter sinkt, gegen 5 ccm und mehr in höheren Breiten. Ein Vergleich mit der Sauerstoffverteilung im Atlantischen Ozean lässt uns aber mit einem Blick erkennen, dass durchgreifende Unterschiede zwischen beiden Ozeanen existieren. Die Menge des gelösten Sauerstoffs in den Tiefenschichten von 30°—16° S. Br. ist im Indischen Ozean bedeutend grösser als im Nord- oder Südatlantischen Ozean in gleicher Breite. Dieses prägt sich in dem Schnitt durch den Indischen Ozean deutlich aus durch das zwischen 400 und 800 m liegende Gebiet mit über 5 ccm Sauerstoff, welches gleichzeitig dadurch auffällt, dass es als isoliertes Gebiet mitten zwischen Wasser mit weniger als 5 ccm Sauerstoff liegt. Da es als ausgeschlossen gelten kann, dass eine Sauerstoffzunahme in dem Tiefenwasser, abgeschlossen von der Berührung mit der Atmosphäre, erfolgt, in unserem Schnitt aber keine Verbindung mit der Oberflächenschicht besteht, so wird man auch hier zu der Schlussfolgerung gedrängt, dass das Wasser in dieser Position nicht von der Oberfläche des vom „Planet“ durchfahrenen südlichen Gebiets stammen kann, sondern wenigstens zum Teil mit anderem Wasser vermischt ist. Dies ergab sich auch bei Diskussion der Dichteverhältnisse in den Tiefenschichten von Station 98, wo auf Grund der Dichte der Schluss gezogen wurde, dass ein Absinken des schwereren Oberflächenwassers aus dem östlichen Teil des Indischen Ozeans nach dem westlichen Teil in die Tiefe stattfindet. Diese vermutete Bewegung des Wassers würde auch den Sauerstoffreichtum in der Tiefe unserer Stationen 98 und 120 erklären.

Bei Station 127 in 9° S. Br. befinden wir uns schon im sauerstoffarmen Gebiet, schon in 100 m Tiefe beträgt der Sauerstoffgehalt nur 2.3 ccm und in 800 m sogar nur 1.1 ccm, ein Zeichen, dass die Wassermassen seit langer Zeit von der Berührung mit der Atmosphäre ab-

*) A. a. O., Atlas, Tafel 14.

geschlossen gewesen sind. Dass hier schon so dicht unter der Oberfläche der Sauerstoffgehalt so gering ist, beweist, dass das Oberflächenwasser mit dieser Schicht von 100 m Tiefe nicht mehr in konvektivem Wasseraustausch stehen kann, dass vielmehr das Tiefenwasser hier langsam in höhere Schichten gelangt. Von 1000—1500 m findet meist wieder eine Zunahme des Sauerstoffgehalts statt, analog den Verhältnisen im Atlantischen Ozean.

Ein ähnliches Bild wie die Verteilung der gemessenen Mengen bietet auch diejenige der zur Sättigung fehlenden Mengen, des Sättigungsdefizits. An der Oberfläche ist der Zustand der Sättigung stets annähernd vorhanden, und die Differenzen überschreiten nicht den Betrag von 0,2 ccm. Das Gebiet grossen Sauerstoffgehalts zwischen 16 und 30° S. Br. ist auch in diesem Schnitt wieder gekennzeichnet durch ein isoliertes Gebiet geringen Sättigungsdefizits, welches unter Berücksichtigung der Station 124 gezeichnet ist. Bei 10° S. Br. und unter dem Äquator finden wir in 800 und 1000 m das Maximum des Sättigungsdefizits, in seinem absoluten Betrage fast genau gleich demjenigen des Atlantischen Ozeans, 5—6 ccm erreichend. Auffällig ist, dass es hier in 800—1000 m Tiefe liegt, während es im Atlantischen Ozean in etwa 400 m auftritt — eine Erklärung hierfür ist schwer zu finden, wahrscheinlich sind Mischungsvorgänge von Wasser verschiedenen Ursprungs massgebend für diese Verschiedenheiten.

Die wenigen von der „Challenger"-Expedition gemessenen Sauerstoffmengen*) stammen meist aus Tiefen über 3000 m und aus hohen südlichen Breiten. Ihre Beträge schwanken zwischen 5.69 ccm und 6.93 ccm, entsprechend den hier auftretenden niedrigen Temperaturen.

5. Stiller Ozean.

Das vom „Planet" im Stillen Ozean gesammelte Beobachtungs-Material zu diskutieren, bietet zum Teil mehr Schwierigkeiten wie bei den anderen Ozeanen. Wenngleich das in Betracht kommende Gebiet im Vergleich zur Ausdehnung des Stillen Ozeans nur klein ist, so weisen die einzelnen Stationen doch durchgreifende Unterschiede auf, welche, da es an gutem Vergleichsmaterial aus den anderen Teilen des Ozeans fehlt, schwer zu erklären sind. Hinzu kommt, dass die Stationen nicht in einem einheitlichen Stromgebiet liegen, sondern entweder aus einem Gebiet stammen, wo der Oberflächenstrom grossen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, oder aus der Nähe des Kontinentalrandes, wo die von Osten anlaufenden Strömungen zu anscheinend höchst komplizierten Wasserbewegungen Anlass geben.

Das vorliegende Material scheidet sich in zwei Gruppen; Stationen 194—257 wurden auf der Fahrt Amboina—Matupi—Hongkong gewonnen, die übrigen Beobachtungen 260—306 auf der Rückfahrt von Hongkong nach Matupi. Da der Verfasser schon in Hongkong das Schiff verlassen hatte, so konnte bei der Rückfahrt an Bord selbst nur die Temperatur bestimmt werden. Die gleichzeitig erhaltenen Wasserproben wurden in mit Schellack luftdicht verschlossenen Flaschen nach Deutschland gesandt und auf der Deutschen Seewarte auf Salzgehalt untersucht. Die auf der Rückreise erhaltenen Temperatur- und Strombeobachtungen sind von dem derzeitigen Kommandanten, Kapitänleutnant Kurtz, mitgeteilt und diskutiert**). Die Temperaturbeobachtungen sind zusammen mit den inzwischen berechneten Salzgehalts- und Dichte-Werten in unseren Tabellen mit aufgeführt. Der grössere Teil der Stationen (siehe Tafel 11) ist in Vertikalschnitten (Tafel 29 bis 32) vereinigt, welche wie bei den anderen Ozeanen nach Breitenunterschieden angeordnet sind, so dass man sich die Beobachtungs-Stationen auf einem mittleren Meridian projiziert zu denken hat. Das gesamte Material ist ausserdem in Einzel-Diagrammen niedergelegt.

*) Challenger-Report, Physics and Chemistry, Vol. I, Stationen 154 bis 160.

**) Annalen der Hydrographie etc., 1907, S. 441—446.

A. Die Temperatur. (Hierzu Tafel 11, 17, 18 und 29.)

Betrachten wir hier zunächst die dicht unter dem Äquator gelegenen Stationen No. 194, 207 und 306, welche eine gemeinsame Eigenheit in der vertikalen Verteilung der Temperatur zeigen, die man am besten mit doppelter Sprungschicht bezeichnet. Wie in den Tropen der anderen Ozeane, ist die Oberflächentemperatur bei diesen Stationen sehr hoch und erreicht z. B. bei Station 207 den Wert von 31.3°, indessen das Wasser der tieferen Schichten von 300 m an kälter ist als in den höheren Breiten. Der Übergang vom warmen Oberflächenwasser zu dem kälteren der Tiefsee findet nun nicht allmählich, sondern in zwei Sprüngen statt, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

	Station 194		Station 207		Station 306	
	0°17′ S. Br., 139°5′ Ö. Lg.		1°32′ S. Br., 145°9′ Ö.Lg.		0°5′ N. Br., 142°54′ Ö.Lg.	
Tiefe	t.	Temp.-Diff. pro 25 m	t.	Temp.-Diff. pro 25 m	t.	Temp.-Diff. pro 25 m
0	29.0		31.3		28.9	
		0.5		2.25		0.4
100	(27.0)		26.8		27.2	
		0.5		2.3		
125	26.5		24.5		—	2.55
		5.0		1.4		
150	21.5		23.1		22.1	
		0.3		2.9		
175	21.2		20.2		—	0.9
		1.2		1.6		
200	20.0		18.6		20.3	
		2.9		1.25		3.1
250	14.2		15.1		14.1	

Das Auffallende in der Anordnung der Temperaturstufen ist, dass auf die Schicht mit schneller Temperaturabnahme eine Temperaturschicht mit geringer Abnahme folgt, nach welcher alsdann nochmals eine rasche Abnahme stattfindet, bis unterhalb 250 m die Differenzen mit zunehmender Tiefe klein bleiben. Sehr charakteristisch prägt sich dies bei den beiden Stationen 194 (September 1906) und 306 (Mai 1907) aus, bei denen zwischen 100 und 150 m die erste und zwischen 200 und 250 m die zweite Sprungschicht liegt, indessen von 150—200 m die Temperatur nur sehr wenig ändert. Bei Station 207 sind die Verhältnisse nicht so ausgeprägt, jedoch ist auch die Trennung der unteren und oberen Sprungschicht durch eine Schicht geringerer Temperaturänderung zu erkennen. Da die Station 207 nur in 3 Sm Entfernung von den Hermit-Inseln liegt, so kann dies eine Störung der bei den beiden anderen Stationen reiner zum Ausdruck kommenden Verhältnisse bedingen. Dass diese Temperaturschichtung auf Strömungen unter der Oberfläche zurückzuführen ist, dafür spricht einerseits die Tatsache, dass bei Station 194 von 150 m Tiefe ab der Draht deutlich in seiner Abtrift eine Tiefenströmung anderer Richtung anzeigt, wie derzeit vom Navigationsoffizier genau festgestellt wurde, ferner, dass auch die Salzgehaltsverteilung, wie später gezeigt werden soll, deutlich einen Zwischenstrom anderer Herkunft anzeigt.

Zur Konstruktion unseres Schnittes (Tafel 29) musste eine Auswahl unter den z. T. dicht nebeneinander befindlichen Stationen getroffen werden, da eine Anzahl derselben dicht unter

Land liegen und durch Landnähe beeinflusst sind. Von den in den Schnitten dargestellten sind No. 260 und 276 in ziemlicher Küstennähe.

Station 224 in etwa 8° N. Br. (zwischen Palau-Inseln und Süd-Mindano) charakterisiert in dem durchfahrenen Gebiet die Stelle des stärksten Auftriebs nach den Oberflächenschichten. Hier finden wir an der Oberfläche 27.8°, in 100 m Tiefe 20.6°, in 150 m 16.4° und in 200 m Tiefe 12.6°; die niedrigsten Temperaturen, welche in dem untersuchten Gebiet in den betreffenden Schichten auftreten. Die Lage der Station an der Grenze der Nordäquatorialdrift und der nach Osten gerichteten Gegenströmung scheint besonders hier das Ansteigen der Isothermen zur Oberfläche zu bewirken, indem ein energischer Auftrieb von Tiefenwasser als Kompensation stattfindet, welches die Temperatur herabsetzt und die sprunghafte Zunahme der Temperatur in die obersten Schichten verlegt (vergl. den Schnitt). Betrachtet man die 400—600 m-Schicht, so tritt auch im Stillen Ozean der Temperatur-Überschuss der subtropischen Breiten gegenüber der Tropenzone zutage. Die Temperatur auf 20° N. Br. in 400 m Tiefe beträgt etwa 13°, unter dem Äquator nur etwa 8° in 400 m Tiefe; es findet also überall in den Tropen ein Andrängen von Tiefenwasser nach der Oberfläche statt, dessen Intensität jedoch in den einzelnen Stationen verschiedenartig sich äussert. Zum Teil mögen hierfür die Oberflächenströmungen, welche Ersatz aus der Tiefe bedingen, massgebend sein, zum Teil die Gestaltung des Meeresbodens oder Querschnittsänderungen der strömenden Wassermassen, doch genügt zu einer Feststellung der einzelnen Einflüsse das vorliegende Material noch keineswegs.

Die Temperaturen der östlich von Süd-Luzon querab von der Küste in grösserer Anzahl gelegten Stationen (No. 292—301 auf der Reise Hongkong-Matupi) ergaben, dass hier in 11—14° N. Br. die Sprungschicht sehr tief liegt, da die Erwärmung der Oberflächenschicht bezw. die langsame Temperaturabnahme sehr tief geht. Als Beispiel seien nachfolgende Werte angeführt:

Station 292
14°4′ N. Br., 124°49′ Ö. L.
(36 Sm ab Catanduanes)

Tiefe m	t. °C.	Diff. pro 50 m °C.
0	27.3	
		0.6
100	26.1	
		2.0
200	22.2	
		3.6
300	15.0	
		1.6
400	11.7	

Station 295
13°59′ N. Br., 128°2′ Ö. L.

Tiefe m	t. °C.	Diff. pro 50 m °C.
0	26.9	
		0.4
50	(26.5)	
		0.7
100	25.8	
		2.3
150	23.5	
		3.0
200	20.5	
		3.5
250	17.0	
		3.4
300	13.6	

Station 301
11°2′ N. Br., 134°56′ Ö. L.

Tiefe m	t. °C.	Diff. pro 50 m °C.
0	27.1	
		— 0.1
50	27.2	
		0.5
100	26.7	
		2.4
150	24.3	
		6.6
200	17.7	
		6.3
250	11.4	
		2.0
300	9.4	

Bei Station 292 und 295 finden wir das Gebiet stärkster Temperaturabnahme zwischen 200 und 300 m, bei Station 301 zwischen 150 und 250 m, also bedeutend tiefer wie im Atlantischen

und Indischen Ozean. Die Stationsreihe No. 292—301 wurde von dem derzeitigen Kommandanten S. M. S. „Planet", Kapitänleutnant Kurtz, angelegt, um den Einfluss der Philippinenküste auf die hier senkrecht auflaufende Nordäquatorialdrift zu untersuchen.*) Das Ergebnis ist, dass sich in einer bestimmten Tiefe, etwa 300—500 m, die Stauwirkung deutlich ausprägt:

Station 291	Station 292	Station 293	Station 294	Station 295	Station 291 in
t 300 = 13.5	15.0	14.4	14.2	13.6	grösster Nähe d.
t 400 = 10.2	11.7	9.8	9.4	9.4	Küste (10 Sm ab).

Station 291 scheint mit seiner wieder abnehmenden Temperatur obigem zu widersprechen. Kurtz versucht die niedrige Temperatur dieser nur 10 Sm. vom Land gelegenen Station durch Wasser von südlicher Herkunft zu erklären, welches in den Tiefenschichten etwas kälter ist. Vielleicht ist ausser diesem noch der Umstand mit zu berücksichtigen, dass unmittelbar unter der Küste selbst, da das Wasser nach Norden abströmt, etwas Auftrieb zur Kompensation eintritt und hierdurch etwas kälteres Wasser nach oben sich beimischt.

Auch auf der Fahrt Matupi—Hongkong wurden 3 Stationen (248, 250 und 254) querab zur Küste gelegt in etwas südlicherer Breite (ca. 12° S. Br.), deren Resultat folgendes ist:

	Station 254	Station 250	Station 248	
t 100 =	25.1	23.9	23.6	Station 254 in grösster
t 400 =	9.4	8.0	7.2	Nähe der Küste
t 1000 =	4.5	4.4	4.5	(3 Sm ab).

Hier zeigt sich deutlich das Tieferdringen der Isothermen sowohl in 100 wie 400 m Tiefe; in 1000 m Tiefe ist jedoch kein Einfluss mehr nachweisbar. Die erhaltenen Resultate scheinen der Mühe zu lohnen, weitere Forschungen in diesem Gebiet anzuschliessen, denn die Untersuchungen ergaben, dass die sich abspielenden Vorgänge komplizierter sind, wie der erste Anschein glauben lässt.

B. Der Salzgehalt. (Hierzu Tafel 11, 17, 18 und 30.)

In dem ganzen vorliegenden Gebiet, vom Äquator bis 25° N. Br. (vergl. die betreffenden Diagramme und den Vertikalschnitt Tafel 30) finden wir unter der mehr oder minder salzhaltigen Oberflächenschicht überall eine Schicht höheren Salzgehalts, welche ihrerseits wiederum von Wasser geringeren Salzgehalts unterlagert ist.

Diese Zwischenschicht höheren Salzgehalts ist zwar überall vorhanden, erreicht aber im allgemeinen kaum 35.0°/₀₀, nur dicht unter dem Äquator, bei den Stationen 194, 207 und 306, werden bedeutend höhere Werte (35.5—35.6°/₀) erreicht. Es sind dies diejenigen Stationen, welche uns schon bei der vertikalen Temperaturverteilung durch die doppelte Sprungschicht aufgefallen sind. Es ergab sich da, dass diese nur zustande kommen konnte durch eine Tiefenströmung in 150—250 m Tiefe; auch sprach die deutlich beobachtete Abdrift der Drahtlitze in 150 m Tiefe bei Station 194 für eine Wasserschicht anderer Herkunft und Richtung.

Die Karte der Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche des Stillen Ozeans macht es wahrscheinlich, dass diese salzhaltige, bei den Stationen 194, 207 und 306 sich bemerkbar machende Unterströmung dem subtropischen Gebiet hohen Salzgehalts des südlichen Stillen Ozeans entstammt, wofür auch die dem betreffenden Gebiet angehörenden „Challenger"-Stationen sprechen. Wenn auch die aus der Dichte abgeleiteten Salzgehaltswerte dieser nachstehend

*) Siehe Ann. d. Hydr., 1907, S. 441—446.

aufgeführten Stationen nicht dieselbe Verlässlichkeit wie die modernen Beobachtungen beanspruchen können, so ergibt sich doch in unserem Beispiel eine sehr gute Übereinstimmung.

	Ch-Station 178 16°47′ S. Br. 165°20′ Ö. Lg.			Ch-Station 179 15°58′ S. Br. 160°48′ Ö. Lg.			Ch-Station 183 12°42′ S. Br. 146°46′ Ö. Lg.			„Planet"-Station 194 0°17′ S. Br. 139°5′ Ö. Lg.			
m	t	σ_t	S	t	σ_t	S	t	σ_t	S	m	t	σ_t	S
0	26.1	23.39	35.48	25.8	23.61	35.64	25.5	23.64	35.55	0	29.0	21.52	34.25
91	24.4	23.91	35.48	—	—	—	—	—	—	100	(27.0)	22.72	34.97
183	21.9	25.10	36.08	21.7	25.10	36.00	20.8	25.11	35.73	175	21.2	24.84	35.50
366	13.9	26.72	35.66	13.0	26.74	35.43	12.5	26.59	35.12	250	14.2	26.23	35.08
549	—	—	—	7.3	27.63	35.30	7.2	27.30	34.88	400	10.5	26.72	34.79
732	—	—	—	5.3	27.65	34.99	5.1	27.72	35.06	1000	4.2	27.44	34.56

Die „Challenger"-Stationen zeigen ebenso wie die „Planet"-Stationen in einer Tiefe nahe 200 m ein Salzgehaltsmaximum, dessen Grösse jedoch um so mehr abnimmt, je weiter man nach Westen geht. Dieses ist auf Mischung mit dem umgebenden, weniger salzhaltigen Wasser sowohl oben wie unten zurückzuführen; je weiter der salzhaltige Unterstrom von seinem Ursprungsort entfernt ist, um so geringer wird der absolute Betrag des Salzgehalts sein. So sehen wir denn in den oben angeführten Stationen eine konstante Abnahme des Salzgehalts von 165°Ö. Lg. bis 139°Ö. Lg. in den Tiefen von 183 und 366 m. Das Wasser hohen Salzgehalts muss nun eine sowohl von der oberen wie unteren Wasserschicht verschiedene Temperatur besitzen, so dass in unserem Gebiet, nördlich von Neuguinea, wo es sich keilförmig in eine andere Wassermasse einschiebt, sowohl an der oberen wie an der unteren Berührungsfläche eine sprunghafte Änderung der Temperatur entsteht. Je nach dem Grade der Mischung, welche durch Stauung oder Zerrung in der Strömung vergrössert werden kann, werden die Unterschiede der Temperatur und des Salzgehalts an den Berührungsflächen mehr oder minder ausgeprägt sein.

Wenden wir uns jetzt zu den in höheren Breiten gelegenen Stationen. Schon bei Station 214 in 3° 45′ N. Br. ist der Keil hohen Salzgehalts verschwunden, und wir finden in keiner Schicht mehr den Wert von 35‰ erreicht, während Wasser von 35‰ bei den an der Ostküste der Philippinen gelegenen Stationen 292—301 bisweilen in der 200 m-Schicht sich zeigt. In grossen Zügen zeigt der Verlauf der Isothermen und Isohalinen hier eine gewisse Übereinstimmung; so ist bei den Stationen 301, 298 und 296 das Wasser nicht nur bis zur Tiefe von 100 m gleichmässig warm, sondern auch gleichmässig salzarm, so dass es den Eindruck macht, als würde es hier angestaut und in die Tiefe gedrängt. Bei den 1 bis 2 Breitengrade südlicher gelegenen Stationen 248, 250 und 254, welche auf der Hinreise nach Hongkong querab zu den Philippinen gelegt wurden, zeigt der Salzgehalt in 100 m bedeutend höhere Werte wie unser Schnitt (ebenso wie die Stationen 291, 292 und 295), so dass eine Erklärung auf Schwierigkeiten stösst. An der Oberfläche dagegen finden wir bei den Stationen 248—254 mit Annäherung an die Küste eine stetige Abnahme der Temperatur und eine Zunahme des Salzgehalts, so dass hier wohl eine Beimengung von Tiefenwasser bei Annäherung an die Küste eintritt.

Eine der auffälligsten Erscheinungen unseres Salzgehaltschnittes neben dem Keil hohen Salzgehalts in der Nähe des Äquators ist der von höheren nach niederen Breiten sich vorschiebende Keil minimalen Salzgehalts. Bei Station 260 (24° N. Br.) finden wir unter dem Gebiet maximalen Salzgehalts in 150—250 m Tiefe stetige Abnahme bis zum Boden (574 m 34.29‰ Salzgehalt), bei 276 (20° N. Br.) liegt das Minimum des Salzgehalts in 600 m Tiefe

mit 34.25‰, bei Station 293 in 400 m mit 34.33‰, bei 295 in 400 m mit 34.36‰, bei Station 301 (11° N. Br.) in 300 m mit 34.43‰, bei Station 214 (4° N. Br.) mit 34.54‰ sowohl in 225 m wie in 1000 m Tiefe und endlich bei unseren 3 äquatorialen Stationen in 800 bezw. 1000 m Tiefe. Auf das Minimum folgt stets eine deutliche Zunahme des Salzgehalts bodenwärts. Es schiebt sich also eine Schicht sehr geringen Salzgehalts, deren Ursprung wahrscheinlich auf die kalte, salzärmere ostasiatische Küstenströmung zurückgeführt werden kann, von Norden nach Süden vor, gleichzeitig ihr Niveau mehr und mehr nach oben verlegend, bis sie durch die Schicht hohen Salzgehalts gehemmt und anscheinend nach oben gedrängt wird. Hierauf weist namentlich die Herabsetzung des Salzgehaltes und der Temperatur bei Station 224 und auch der sehr stark verringerte Salzgehalt der Station 214 hin, jedenfalls scheint hier ein Gebiet sehr grosser Mischung zu sein. Der Salzgehalt am Boden beträgt meist 34.7‰, es ist dies derselbe Wert, den wir im Indischen und Südatlantischen Ozean südlich des Walfisch-Rückens gefunden haben.

C. Die Dichte. (Hierzu Tafel 11, 17, 18 und 31.)

Wenngleich das Gebiet, welches die „Planet"-Beobachtungen im Stillen Ozean umfassen, im Vergleich zu dem Beobachtungsbereich im Atlantischen und Indischen Ozean nur klein ist, so treten doch ziemlich erhebliche Dichte-Unterschiede hier auf, wie aus der nachfolgenden kleinen Tabelle hervorgeht, welche die Maxima und Minima der Dichte in den verschiedenen Schichten enthält.

Maxima und Minima der Dichte (σ_t) in den Schichten von 0–1000 m im Stillen Ozean 4° S. Br. bis 25° N. Br.

Tiefe	Maximum	Minimum	Differenz	Diff. Atl. Ozean	Diff. Ind. Ozean
0	22.94	21.00	1.94	6.09	5.32
100	24.46	22.13	2.33	1.31	3.22
200	25.53	24.63	0.90	1.03	2.11
400	27.05	25.95	1.10	0.64	1.01
1000	27.44	27.27	0.17	0.49	0.57

In der 400 m-Schicht ist im Stillen Ozean die Differenz zwischen Maximum und Minimum der Dichte grösser wie im Atlantischen und Indischen Ozean, trotz des relativ kleinen Beobachtungsbereiches; ferner treten in den Schichten oberhalb der 400 m-Schicht in unserm Schnitt des westlichen Stillen Ozeans wesentlich niedrigere Dichte-Grössen auf, wie in den anderen Ozeanen, eine Folge der tiefreichenden hohen Temperaturen.

Die Lage des Dichte-Minimums der 400 m-Schicht in den einzelnen Ozeanen bietet ein besonderes Interesse, wie die nachfolgende Tabelle lehrt.

Dichte-Minima der 400 m-Schicht.

Gebiet	Dichte	Temp.	Salzgehalt	Stat.-No.	Breite	Länge
Nordatlantisch. Ozean	26.88	13.1° C.	35.62‰	7	24°20′ N.	22°37′ W.
Südatlantischer Ozean	26.96	8.1° C.	34.60‰	40	24°19′ S.	7°25′ Ö.
Indischer Ozean	26.45	14.1° C.	35.34‰	98	24°24′ S.	48°42′ Ö.
Nördl. Stiller Ozean	25.95	13.6° C.	34.56‰	260	24°40′ N.	122°38′ Ö.

Wenn es auch Zufall ist, dass das Dichte-Minimum der 400 m-Schicht in allen Gebieten genau zwischen 24 und 25° Breite angetroffen wird, da die „Planet"-Stationen oft um 6 bis 10 Breitengrade auseinanderliegen, so kann man doch den Schluss ziehen, dass der kleinste

Wert der Dichte in dieser Schicht wahrscheinlich stets in den Subtropen liegt. Es ergibt sich ferner, dass dieses subtropische Dichte-Minimum verbunden ist mit hoher Temperatur oder mit geringem Salzgehalt, zuweilen trifft beides zusammen, wie im Stillen Ozean.

Wir haben bei früheren Betrachtungen gesehen*), dass das infolge Abkühlung oder Verdunstung schwerer gewordene Oberflächenwasser der höheren Breiten die Tendenz hat, entsprechend den Linien gleicher Dichte äquatorwärts abzusinken. Ein Wasserteilchen, welches aus höheren Breiten in die 400 m-Schicht der subtropischen Breiten angelangt ist, wird nun, äquatorwärts weiter sich bewegend, nicht mehr sinken, sondern, da unter dem Äquator das Wasser in 400 m grössere Dichte (infolge Auftrieb) besitzt, wird es nach und nach in höhere Schichten gelangen und mit dem aus den tieferen Schichten aufsteigenden Wassermassen sich mischen. Durch diese Mischung von relativ kaltem, aus tieferen Schichten stammenden Wasser mit wärmerem Wasser aus den subtropischen Gebieten erklären sich in Zusammenhang mit früheren Ausführungen zur Genüge die grossen Züge der Temperaturverteilung der Tiefen zwischen Äquator und Subtropen — allerdings fehlen noch viele Beobachtungen, um exakter die Bewegungen der Tiefsee darstellen zu können.

Unser Dichte-Schnitt des Stillen Ozeans (vergl. Tafel 31) zeigt auch diese allmähliche Aufwärtsbewegung des Wassers der 400 m-Schicht von 24° N. Br. nach dem Äquator zu — ebenso wie es uns der Temperatur- und namentlich der Salzgehaltsschnitt dieses Gebiets vor Augen führen. In der 400 m-Schicht unseres Dichte-Schnittes nimmt die Dichte stetig von 24° N. Br. südwärts zu und namentlich bei Station 306 macht sich die aufsteigende Tendenz des Tiefenwassers durch die Isodense von 27.00 bemerkbar. Allerdings muss hierzu bemerkt werden, dass letzteres vielleicht auch eine Folge des Reliefs des Meeresbodens ist, indem sich hier die Inselkette des Bismarcksarchipels dem Tiefenstrom entgegenstellt, während der Auftrieb der Oberflächenschichten am lebhaftesten bei Station 224 in 7° N. Br. sein wird. (Vergl. die verschiedenen Schnitte.) Auffällig ist in dem Dichteschnitt noch die grosse Gleichförmigkeit der Dichte bis etwa 125 m Tiefe bei den Stationen 296—301, vielleicht eine Folge des Anstaues der Äquatorialdrift an der Philippinenküste.

D. Der Sauerstoffgehalt. (Hierzu Tafel 32.)

Aus dem Stillen Ozean liegen nur für die Reise Amboina—Matupi—Hongkong Sauerstoff-Bestimmungen vor, da in Hongkong der Verf. von Bord kommandiert wurde. Daher weichen die Schnitte der Verteilung der Sauerstoffmengen und des Sättigungsfehlbetrages des Sauerstoffs (vergl. Tafel 32) von den anderen Schnitten des Stillen Ozeans ab, indem die Zahl der Stationen kleiner ist — zur Zeichnung der Sauerstoff-Schnitte konnten nur die Beobachtungen von 4 Stationen verwendet werden. Doch ergaben auch diese wenigen Beobachtungen eine Bestätigung der aus den anderen Schnitten abgeleiteten Folgerungen.

Die Oberflächenschicht selbst zeigt ebenso wie in den anderen Ozeanen fast vollständige Sättigung mit Sauerstoff (Menge 4.3—4.6 ccm pro Liter, Sättigungsfehlbetrag 0.1—0.3 ccm). Auch die 100 m-Schicht zeigt in den Tropen des Stillen Ozeans noch ziemlich hohe Beträge und das Sättigungsdefizit erreicht hier nur 1 ccm, im Gegensatz zu den anderen Ozeanen, wo es in der Nähe des Äquators in der 100 m-Schicht meist 2—3 ccm beträgt.

Die 100 m-Schicht ist also im tropischen westlichen Stillen Ozean besser ventiliert, wie in den anderen Ozeanen, d. h. das Wasser der 100 m-Schicht ist nicht so lange von der Berührung mit der Atmosphäre abgeschlossen gewesen, wenn man die Annahme macht, dass der Sauerstoffverbrauch durch Organismen in den entsprechenden Tiefen der einzelnen Ozeane der

*) Bei der Erörterung der Dichte-Verhältnisse des Atlantischen Ozeans.

gleiche ist. Vergleichen wir den Sauerstoffgehalt der Tiefenschichten unseres Schnittes in den verschiedenen Breiten, so ergeben die in Äquatornähe gelegenen Stationen 207 des Schnittes sowie die weiter westlich in annähernd gleicher Breite gelegene Station 194 in allen Tiefen bis 1000 m einen Sauerstoffgehalt über 3 ccm pro Liter, während er in 200—400 m Tiefe weiter nördlich unter 2 ccm pro Liter sinkt. Dieses Gebiet relativ grossen Sauerstoffmangels scheint übereinzustimmen mit dem bei der Verteilung des Salzgehalts diskutierten Keil minimalen Salzgehalts, welcher sich von Norden nach Süden vorschiebt — so fällt das Sauerstoffminimum in 225 m Tiefe bei Station 214 zusammen mit dem dort beobachteten Minimum des Salzgehalts, während das Minimum weiter nördlich in 400 m Tiefe liegt, ebenso wie das Minimum des Salzgehalts. Die Verteilung des Sauerstoffs würde also die nord-südliche Bewegungs-Richtung dieser Schichten mit Hauptauftrieb zwischen 5 und 10° N. Br. stützen. Andererseits spricht auch die relativ grosse Sauerstoffmenge der unter dem Äquator gelegenen Stationen 194 und 207 für eine andere Herkunftsart des Wassers, nämlich für Absinken aus dem im Südosten gelegenen Gebiet hohen Salzgehalts.

Viertes Kapitel.

Besondere Untersuchungen.

1. Die Vertikal-Zirkulation des Meeres.

Nachdem in den vorhergehenden Abschnitten die durch die ,,Planet"-Expedition in den verschiedenen Tiefenschichten des Meeres gewonnenen Beobachtungen über Temperatur, Salzgehalt, Dichte und Gasmenge an der Hand von Vertikal-Schnitten diskutiert worden sind, soll im folgenden betrachtet werden, welcher Fortschritt durch diese Beobachtungen in unserer Kenntnis der Tiefenschichten des Meeres erreicht ist und wo Änderungen der bislang geltenden Anschauungen sich ergeben.

Neben den neueren Arbeiten der nordischen Forscher, namentlich Pettersson, Sandström, Nansen u. a., welche auf Grund der ozeanographischen Beobachtungen in den nordischen Meeren oder von Laboratoriums-Versuchen sich mit der Frage der Gesamtzirkulation in den Weltmeeren befassen, ist es vornehmlich Schott*), welcher auf Grund der ozeanographischen Beobachtungen der ,,Valdivia"-Expedition näher auf den Wasseraustausch der Oberflächen und Tiefenschichten, d. h. auf die Zirkulation im Meer, eingeht. Seine Arbeit hat eine eingehende Würdigung durch die Diskussion von Meinardus**) gefunden, welcher in verschiedenen Hauptpunkten zu anderen Schlussfolgerungen wie Schott kommt. Es sei daher zunächst eine kurze Orientierung über die Ansichten von Schott und Meinardus gegeben, indem zugleich bemerkt wird, dass die gesamte Diskussion sich in der Hauptsache auf die von Schott entworfenen Karten der Temperaturverteilung in den einzelnen Tiefenschichten des Atlantischen und Indischen Ozeans stützt und sich zu einem grossen Teil um die Beantwortung der Frage dreht: Wie erklärt sich der Wärmeüberschuss der Tiefenschichten der Subtropen gegenüber demjenigen der Tropen?

Schott***) sieht in den durch die Kraft des Windes erzeugten Oberflächenströmungen die Grundursache, ja das alleinige Agens für alle Tiefseebewegungen. Diese Bewegungen sind in der Hauptsache Ausgleichsbewegungen (Kompensationsvorgänge), die auf der Kontinuität aller Wasserbewegungen beruhen und auf jeder Halbkugel sich in je einem grossen Vertikalkreislauf von vorwiegend meridionaler Richtung äussern. Das Defizit an Wasser, welches in den äquatornahen Gegenden durch die Passatströmungen geschaffen wird, muss gemäss den Kontinuitätsbedingungen aller Wasserbewegungen ersetzt werden und wird durch Tiefenwasser gedeckt, das zum Aufsteigen gezwungen und mit in die Oberflächenströmungen hineingerissen wird. Andererseits muss das in den höheren Breiten angehäufte warme Oberflächenwasser in die Tiefe sinken, weil es durch Abkühlung schwerer und, in dem Gebiete der Rossbreiten und des Passats, durch Verdunstung salzreicher, also wiederum schwerer

*) Wissenschaftliche Ergebnisse der ,,Valdivia"-Expedition 1898/99, Bd. I, Ozeanographie 1902.

**) Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde, Berlin 1902, S. 763 u. ff. Vergl. auch Krümmels ausführliches Referat, Geograph. Jahrbuch 1903 (Die Fortschritte der Ozeanographie).

***) A. a. O., S. 162 u. ff. (z. T. wörtlich zitiert).

wird; wo in der Tiefsee der Warmwasseranstau sich bemerkbar macht, ist der Salzgehalt des Oberflächenwassers am grössten. Der äquatorialen kalten Tiefseezone steht die warme Tiefseezone der mittleren Breiten gegenüber, der ersteren sind vertikal aufsteig nde, der letzteren abwärts gerichtete Bewegungen eigen. Schott legt seine Ansicht in einem Zirkulationsschema nieder, indem er je einen vollkommenen Kreislauf in vertikalen Ebenen zwischen Äquator und mittleren Breiten auf beiden Halbkugeln annimmt; das in mittleren Breiten bis in Tiefen von 500, 1000 und mehr Meter in äusserst langsamem Prozess absinkende Wasser bewegt sich horizontal als Tiefenstrom wieder zum Äquator hin und gerät dort in die aufsteigende Bewegung, um bis zur Oberfläche zu gelangen und so den Kreislauf von neuem zu beginnen. Der Antrieb zur ganzen Systembewegung kommt von der Oberfläche.

Meinardus führt dazu aus*), dass eine Abwärtsbewegung warmer Wassermassen für die Erklärung der relativen Wärme in den Tiefen der subtropischen Gebiete anzunehmen nicht erforderlich sei. Da in der Äquatorialzone kaltes Tiefenwasser aufsteige, so müsse selbstverständlich in den benachbarten subtropischen Wassermassen, in denen kein kaltes Wasser nach oben gezogen wird, ein relativer Wärmeüberschuss gegenüber der Äquatorialzone entstehen. Oder: Wo der kalte, polare Unterstrom horizontal gerichtet ist, besteht von der Oberfläche bis etwa 1000 m Tiefe eine ziemlich gleichmässige Temperaturabnahme; wo der Unterstrom zum aufsteigenden Strome wird, werden die Isothermen gegen die Meeresoberfläche zusammengedrängt. Meinardus stützt seine Ansicht, dass sich die Vertikalzirkulation nicht zum Teil zwischen 30° Breite und dem Äquator abspielen kann (wie Schott annimmt), auf die niederen Temperaturen dicht unter der Oberfläche am Äquator, da, wenn das unter dem Äquator aufsteigende Wasser der Vertikalzirkulation einen wesentlich seitlichen Zufluss von dem nordatlantischen Gebiet erhielte, es mit einer höheren Temperatur, als es tatsächlich der Fall ist, in den oberen Schichten anlangen müsste. Er kommt zu dem Schluss, dass es polares Wasser ist, welches im submarinen Teil der Vertikalzirkulation die Hauptrolle spielt. Meinardus versucht auch eine andere Erklärung des Zustandekommens des subtropischen Wärmegebiets der Tiefsee, indem er ausgeht von der Frage: Wie ist die tatsächlich vorhandene Abnahme der Temperatur mit der Tiefe zu erklären? Er kommt dabei, als Beispiel das nordatlantische subtropische Gebiet (die Sargasso-See) heranziehend, zu einer Rotationsbewegung der Wassermassen um das Zentralgebiet, wobei in der Äquatorialzone und zum Teil auch an der Ostseite des Stromzirkels kaltes Tiefenwasser aufgesogen und in die Rotation mit aufgenommen werden soll, wodurch die Temperatur des ganzen Stromkreises unterhalb der Oberfläche herabgesetzt würde, besonders unter dem Äquator und an der Ostseite des Stromkreises. Er weist aber schliesslich darauf hin, dass erst weitere Beobachtungen über die wirklichen Ursachen der Temperaturabnahme entscheiden könnten — auch dürften Mischungen der verschiedenen Wassermassen eintreten. Gerade dieses letztere Moment scheint bislang zu sehr ohne Berücksichtigung geblieben zu sein, und es ist schon häufig in den vorhergehenden Abschnitten betont worden, dass wir eine intensive Durchmischung zweier Wassermassen verschiedenen Ursprungs beim Zusammentreffen annehmen müssen.

Schott und Meinardus konnten ihre Ansichten in der Hauptsache nur auf die vertikale Temperaturverteilung in den verschiedenen Breiten stützen, da wirklich v e r l ä s s l i c h e Werte des Salzgehalts und damit der Dichte nur in geringer Zahl, verlässliche Werte des Gasgehalts fast gar nicht vorlagen. Für die Beobachtungen auf der Ausreise S. M. S. „Planet“ hatte Verfasser sich daher das Ziel gesetzt, in allen Tiefen, in denen Beobachtungen vorgenommen wurden, neben der Temperatur auch stets den Salzgehalt und den Sauerstoff an Bord

*) A. a. O., S. 778 u. ff. (zum Teil wörtlich zitiert).

selbst zu bestimmen; für Stickstoff und Kohlensäure sollten die zugehörigen Werte aus den eingeschmolzenen Wasserproben gewonnen werden, da eine volumetrische Analyse sämtlicher Gase aus jeder Tiefenschicht an Bord ausgeschlossen war. (Weshalb dies nicht gelungen ist, siehe bei dem Abschnitt: „Die Bestimmung des Stickstoffs und der Kohlensäure“.) Die Schnitte der Salzgehalts-, der Dichte- und namentlich auch der Sauerstoff-Verteilung, welche auf Grund der „Planet“-Beobachtungen gezeichnet werden konnten, bieten eine Reihe neuer Tatsachen, die Gesetzmässigkeit der Linienzüge verbürgt die Exaktheit der Einzel-Beobachtungen; vornehmlich aber dürften die neuen Werte des „Planet“ auch gute Grundlagen für die späteren theoretischen Berechnungen der Wasserversetzungen abgeben. Gleichzeitig ist aber zu berücksichtigen, dass das vorliegende Material spärlich genannt werden muss in Beziehung zu der räumlichen Ausdehnung der Ozeane und der Mannigfaltigkeit der auf die Wasserbewegungen einwirkenden Ursachen.

Zu der Untersuchung, wie findet der Wasseraustausch zwischen Oberfläche und Tiefe und zwischen hohen und niederen Breiten statt, eignet sich am besten der Atlantische Ozean, da hier auf Grund der „Planet“-Beobachtungen Längsschnitte gelegt werden konnten, die 110 Breitengrade umfassen. Allerdings ist auch hier zu berücksichtigen, dass diese Schnitte uns nur Aufschluss geben über die Vorgänge an der Ostseite des Ozeans, dass an der Westseite des Ozeans die Strömungen zum Teil die Vorgänge gänzlich anders gestalten werden.

Dass das Tiefenwasser der niederen Breiten in höheren Breiten niedergesunken und zum Äquator hingeströmt sein muss, hatte man schon lange aus den in der Tiefe gemessenen niederen Temperaturen der Tropen geschlossen. Die Hauptschwierigkeiten liegen in der Beantwortung der Fragen: Wo beginnt das Absinken von höheren Breiten zu niederen Breiten, welches sind die Kräfte, die diesen Wasseraustausch bewirken, und wie erklärt sich die Tatsache, dass das Wasser unter der Oberflächenschicht in den Tropen kälter ist, wie dasjenige in den mittleren Breiten? Da es bislang nicht möglich ist, auf offenem Ozean die Bewegung der Tiefenschichten durch direkte Strommessungen zu ermitteln, so ist man gezwungen, aus der vertikalen und horizontalen Verteilung der einzelnen ozeanographischen Faktoren Schlüsse auf die Bewegung bezw. Herkunft des Wassers zu ziehen.

Für die Zirkulation der Wassermassen kommen in der Hauptsache zwei Kräfte in Betracht. Einerseits die bewegende Kraft des Windes, welche die Oberflächenschichten des Meeres in Bewegung setzt und diese Bewegung auf die Tiefenschichten überträgt. Schott sieht in dieser äusseren Kraft „die Grundursache, ja das alleinige Agens für alle Tiefseebewegungen“, indem er diese insgesamt als Ausgleichsbewegungen auffasst. Zweifellos ist dieser Kraft ein bedeutender, wenn nicht der bedeutendste Einfluss auf die Bewegung der Tiefenschichten zuzusprechen, aber sie reicht nicht hin, um alle Unterschiede, welche wir in der vertikalen Verteilung der einzelnen Elemente finden, zu erklären. Hierzu bedürfen wir innerer Kräfte in der Tiefsee, welche wir finden in den Dichteunterschieden, erzeugt durch die von aussen wirkenden Faktoren der Abkühlung und der Verdunstung. Wenn auch keine Winde das warme Tropenwasser nach hohen Breiten führten, so würden trotzdem Wasserbewegungen in der gesamten Wassermasse erfolgen, indem das schwerere Wasser der mittleren und polaren Breiten stetig in die Tiefe äquatorwärts absinken würde, indessen ein Oberflächenstrom von den niederen zu höheren Breiten abströmte. Während für die Bewegungen der Oberfläche des Meeres diese innere Kraft meist nicht in die Erscheinung tritt, da der Einfluss der äusseren Kraft des Windes überwiegt, spielt die innere Kraft eine bedeutend grössere Rolle in der Bewegung der Tiefenschichten. Wenn wir im Kapitel III und im folgenden in der Hauptsache uns bei der Erklärung der Vertikalschnitte mit der ineren Kraft beschäftigen, so sei doch betont, welch gewaltige Wirkungen die äussere Kraft auf die Bewegung der Tiefenschichten ausübt.

Das beste Beispiel hierfür bietet uns der Agulhasstrom, dessen warme Wassermassen südlich von Afrika noch in 1000 m Tiefe zwischen kalte Schichten gepresst werden — eine Folge der grossen, durch die Windsysteme erzeugten Bewegung der Oberflächenschichten des Südindischen Ozeans.

Es sei nun näher eingegangen auf die Frage, wo beginnt das Absinken von höheren Breiten zu niederen Breiten? Während Schott der Ansicht ist, dass schon in den Subtropen (30—40° Br.) ein Absinken des Wassers von der Oberfläche nach der Tiefe erfolgt, welches teilnimmt an der Kompensation des äquatorialen Auftriebwassers, ist Meinardus der anderen Ansicht, dass nur Wasser aus höheren Breiten in Frage kommt.

Massgebend für die Beantwortung ist der Verlauf der Isodensen in Zusammenhang mit dem Verlauf der Isothermen und Isohalinen in unsern Vertikalschnitten. Wenn wir von einer Durchmischung des Wassers, welche in der Hauptsache an den Grenzgebieten von Strömungen verschiedenen Charakters oder in weitgehenderem Masse beim Aufeinandertreffen solcher Strömungen statthaben wird, absehen, so können wir die Herkunft des Wassers in einer bestimmten Tiefe ableiten aus unseren Schnitten des Atlantischen Ozeans. Unter dem Äquator selbst und auch in dem Gebiet von 20° N. Br. bis 30° S. Br. kann z. B. kein Wasser von der Oberfläche in grössere Tiefe sinken, weil es weder sich soweit abkühlen kann, noch so salzhaltig durch Verdunstung werden kann, dass seine Dichte der viel grösseren Dichte in z. B. nur 200 m Tiefe gleichkäme. Ganz anders liegen die Verhältnisse in höheren Breiten, z. B. 60° N. Br.; hier kühlt sich im Winter die Oberfläche so stark ab, dass die Dichte des Oberflächenwassers grösser wird wie diejenige der unterlagernden Schichten. Die Folge der Abkühlung ist, dass das Wasser in die Tiefe sinkt und Wasser der Tiefe an die Oberfläche tritt. Solche Konvektion findet bis in grosse Tiefen statt, ihr Kennzeichen ist, dass das Wasser in vertikaler Richtung annähernd gleiche Temperatur, gleichen Salzgehalt und gleiche Dichte aufweist (siehe die Schnitte).

Zwischen 20° N. Br. und 60° N. Br. nimmt die Dichte, je weiter wir nach Norden gehen, sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe stetig zu, gleichzeitig werden aber die Unterschiede zwischen Oberfläche und Tiefe geringer, so dass, je weiter nach Norden, die Linien gleicher Dichte von der Oberfläche zu immer grösseren Tiefen, von höheren nach niederen Breiten gerichtet, absteigen. *Dieses bedeutet, dass, je höher die Breite ist, in um so grössere Tiefe kann das Wasser absinken.*

Nehmen wir ein bestimmtes Beispiel aus unserem Dichteschnitt. Zwischen 30 und 40° N.Br. beträgt die Dichte an der Oberfläche 1.02694, in der Tiefe von 400 m 1.02718, in gleicher Tiefe zwischen 20 und 30° N. Br. nur 1.02688. Das Wasser ist also an der Oberfläche zwischen 30—40° N. Br. schwerer wie das in 400 m befindliche Wasser zwischen 20—30° N. Br. — es wird also die Tendenz haben, dieses leichtere Wasser zu verdrängen. Da aber der Gradient nur ein sehr schwacher ist, so wird der Unterschied in Wirklichkeit nicht viel bedeuten. Als verstärkendes Moment kommt aber hinzu, dass das Wasser an der Oberfläche seine Dichte infolge Verdunstung stetig erhöht, dass es schwerer wird, wie das unter ihm lagernde Wasser, welches fast dieselbe Dichte besitzt. Es wird also langsam sinken und zwar mit der Richtung nach dem leichteren Wasser in niederen Breiten.

Dass die Vorgänge sich in Wirklichkeit ähnlich dem angeführten Beispiel abspielen werden, zeigen die Einzelwerte der Temperatur und des Salzgehalts. So beträgt in 400 m Tiefe zwischen 20 und 30° N. Br. die Temperatur 13.1° C. und ist verbunden mit einem Salzgehalt von 35.62‰, diese Werte müssen an der Oberfläche erzeugt worden sein, und das Wasser muss aus den Gebieten zwischen 30° und 40° Breite stammen, wie leicht aus den betreffenden Schnitten zu ersehen ist. Hiernach ist also der Schluss berechtigt, dass das Wasser der Subtropen des Nord-

atlantischen Ozeans bis etwa 500 m Tiefe äquatorwärts absinkt. In den Tropen angelangt, bildet dieses Wasser die salzhaltigere Unterschicht unter dem salzärmeren Oberfächenwasser — allmählich erkaltet es dann seinerseits und wird salzärmer unter dem Äquator durch Beimischung von aufsteigendem Tiefenwasser grösserer Tiefen, von niedrigerer Temperatur und geringem Salzgehalt, mit dem es durchmischt wird. Würde keine seitliche Beimengung wärmeren und salzreicheren Wassers zu dem kalten salzarmen Tiefenwasser stattfinden, so müsste letzteres mit annähernd derselben Temperatur und demselben Salzgehalte, den es in grossen Tiefen besitzt, unmittelbar unter dem Oberflächenwasser der Tropen lagern.

Das Wasser der grösseren Tiefen in den Tropen (600—1500 m z. B.) muss dagegen in höheren Breiten, nördlich von 50° N. Br. niedergesunken sein, wie uns der Verlauf der Isodensen und auch seine Temperatur und Salzgehaltwerte zeigen, so dass also die Auffassung von Schott bezüglich der Zirkulationsvorgänge sich für den Nordatlantischen Ozean so gestalten würde, dass nur das Wasser der obersten 500 m aus den Subtropen an dem Kreislauf teilnimmt, dass das Tiefenwasser von 600 m und mehr Tiefe aber durchweg nördlich von 50° N. Br. niedergesunken ist.

Es ist hier mit Absicht bei der Entwicklung der Zirkulationsvorgänge nur bislang der Nordatlantische Ozean in den Kreis der Betrachtung gezogen worden, da der Südatlantische Ozean wesentlich andere Charakterzüge aufweist, welche eine besondere Erklärung verlangen. Hier zeigt uns der Verlauf der Isodensen etc., dass das Oberflächenwasser zwischen 30 und 40° S. Br. nur bis etwa 150 m absinken kann, und dass das Wasser der 400 m-Schicht der tropischen und subtropischen Breiten von höheren Breiten stammen muss — hierauf weisen uns gleicherweise sein geringer Salzgehalt und seine niedere Temperatur hin. Verfolgen wir den Verlauf der Isodense von 1.0270 von der 400 m-Schicht nach der Oberfläche, so ergibt sich, dass diese Dichte im Südatlantischen Ozean erst jenseits von 50° S. Br. erreicht wird; erst in dieser Breite ist das Wasser der Oberfläche ebenso schwer wie in der 400 m-Tiefe der Tropen und Subtropen. Andererseits ist aber die Temperatur der Oberfläche in 50° S. Br. bedeutend niedriger, auch der Salzgehalt bedeutend geringer wie in der 400 m - Schicht der niederen Breiten, so dass das Wasser n i c h t in oder südlich von 50° Breite als Oberflächenwasser abgesunken sein kann. Soweit die wenigen Beobachtungen des „Planet" Schlüsse über die Herkunft des Wassers der 400 m- und auch der darunterliegenden Schichten des Südatlantischen Ozeans zulassen, weist alles darauf hin, dass es aufzufassen ist als das Ergebnis der Mischung zwischen dem kalten salzarmen Wasser der Westwinddrift und (in unserem Fall) dem warmem salzhaltigen Wasser der Agulhasströmung. Dieses erhellt namentlich aus der Betrachtung des kleinen, rechts in den Schnitten befindlichen Diagramms, welches uns das Eindringen der Agulhasströmung in die kälteren Wassermassen veranschaulicht. Die enormen Dichtedifferenzen zwischen Agulhasstrom- und Westwinddriftwasser müssen bis 1000 m Tiefe Anlass zu heftigen Ausgleichsbewegungen geben, das schwere, kalte Wasser wird sich mit dem Agulhasstromwasser mischen und als relativ kalter und salzarmer Unterstrom unter dem Benguelastrom äquatorwärts weiterströmen. Vergleichen wir die bei Station 54 (Agulhasstrom) und 56 (Westwinddrift) gemessenen Temperaturen und Salzgehaltswerte, so ergibt sich, dass z. B. der mittlere Wert der beiden Einzelwerte der 200 oder 400 m-Tiefe jeder einzelnen Station annähernd dem Wert der in der betreffenden Schicht weiter äquatorwärts auftretenden Temperatur- oder Salzgehaltswerte entspricht.

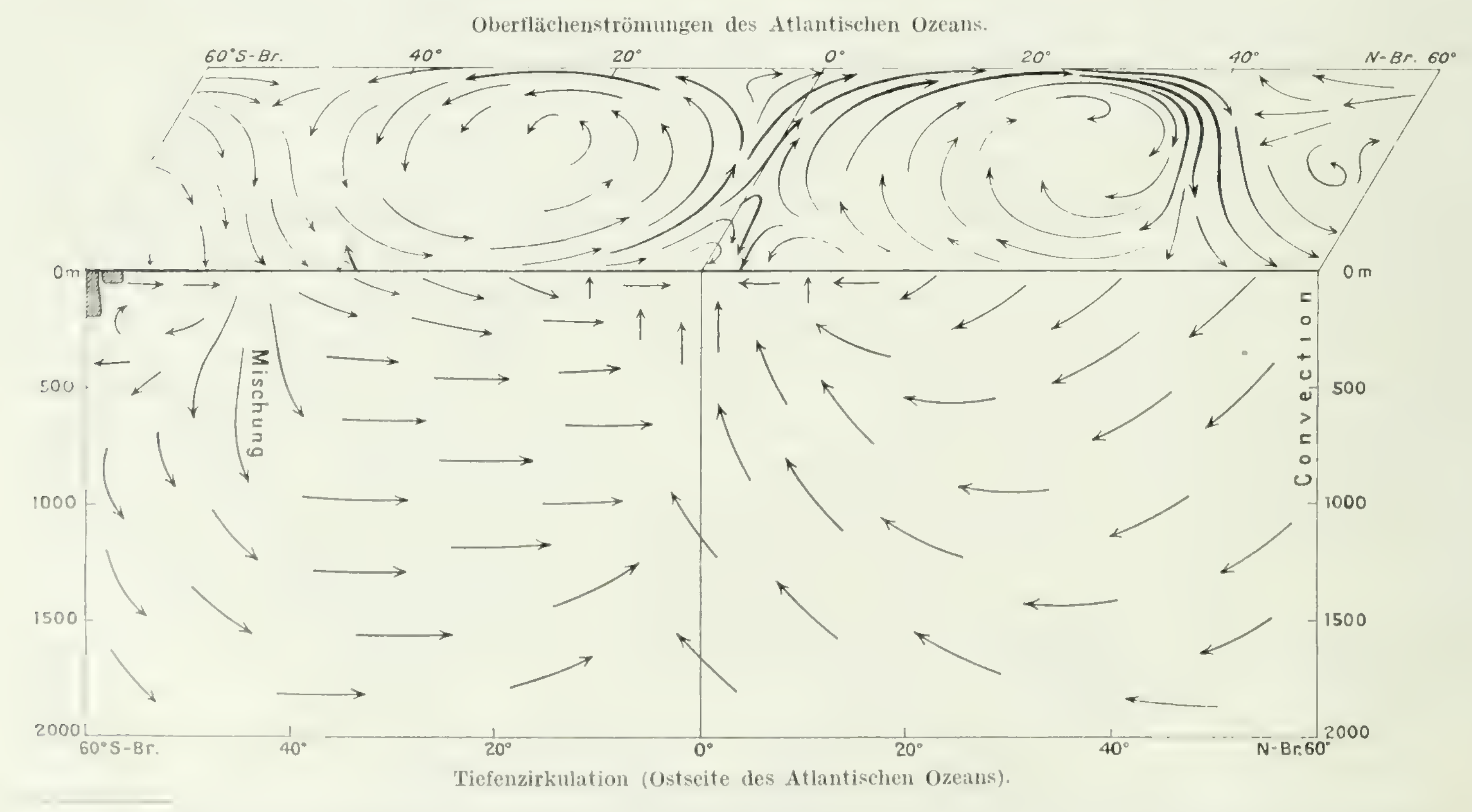
Ebenso wie beim Agulhasstrom werden auch bei den anderen warmen nach Süden setzenden Strömungen der südlichen Ozeane ähnliche Vorgänge der Mischung mit dem kalten, salzarmen Wasser der hohen südlichen Breiten eintreten, deren Ergebnis jener auch im Indischen Ozean konstatierte Tiefenstrom mit einem Minimum des Salzgehalts in 800 m Tiefe ist. Seinen

Ursprung werden wir demgemäss in 40—50° S. Br. zu suchen haben. Ein Teil des hier gebildeten Mischwassers wird ausserdem als Kompensationsstrom (Unterströmung) nach Süden gegen die antarktische Eiskante abfliessen, hier abgekühlt, alsdann in die Tiefe sinken und den antarktischen Bodenstrom bilden. Hieran wird jedoch weniger der Agulhasstrom als die anderen warmen, nach Süden gerichteten Strömungen teilnehmen*). Inwieweit die westliche Seite des Atlantischen Ozeans die östliche beeinflusst, ist aus Mangel an geeigneten Beobachtungen schwer zu sagen. Dass solche Einflüsse stattfinden, und dass es nicht möglich ist, die angetroffenen Verhältnisse allein aus der meridionalen Verteilung der einzelnen Elemente zu erklären, zeigte uns Station 98 im Indischen Ozean (Kapitel III, Indischer Ozean), welche auf Beimengung von Wasser aus östlichen Gebieten hinwies, ebenso die Stationen im Bismarck-Archipel, deren salzhaltige, warme Zwischenschicht in etwa 150—250 m Tiefe gleichfalls nur durch Annahme einer von Südosten kommenden Tiefenströmung erklärt werden konnte (Kapitel III, Stiller Ozean).

Kurz zusammengefasst ist das Ergebnis unserer Untersuchungen folgendes:

Das leichte, warme und salzarme Oberflächenwasser der Tropen wird durch die Winde in höhere Breiten verfrachtet, wo in 30—40° Breite sich sein Salzgehalt erhöht, seine Temperatur ab- und seine Dichte zunimmt, so dass ein Teil des Wassers bis in einige 100 m Tiefe sinkt. Je weiter das Oberflächenwasser nach polaren Breiten vordringt, um so mehr erhöht sich, da es sich stetig abkühlt, seine Dichte. Infolgedessen muss es zu immer grösseren Tiefen absinken und das äquatorwärts befindliche Wasser, da es viel schwerer wie letzteres ist, verdrängen. Dieses äquatoriale Tiefenwasser wird also einerseits als Ersatz für die polwärts abgeführten grossen Wassermengen der Oberfläche, andererseits durch Druck- oder Dichteunterschiede zwischen äquatorialen und höheren Breiten gezwungen, wieder an die Oberfläche geführt, indem es nach und nach dem aus den Subtropen nach den Tropen geführten Wasser beigemengt wird. Erläutert werden diese Ausführungen durch die folgende schematische Darstellung der Vorgänge.

Oberflächenströmungen des Atlantischen Ozeans.



Tiefenzirkulation (Ostseite des Atlantischen Ozeans).

*) Siehe auch Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, 2. Aufl., S. 437: Schema der Temperaturschichtung und der vertikalen Stromkomponenten.

2. Die Ergebnisse der Stickstoffbestimmungen (einschliesslich Argon).

Es werden hier die an Bord gemachten Analysen, welche an unmittelbar aus dem Wasserschöpfer entnommenem Wasser ausgeführt wurden, mitgeteilt*). Bei diesen Proben wurde der Sauerstoff gleichzeitig auf volumetrischem und titrimetrischem Wege bestimmt; die geringen Differenzen zwischen den beiden verschiedenen Sauerstoffbestimmungen lassen die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass auch die Stickstoffbestimmungen einwandfrei sind.

Station No.	Breite	Länge	Tiefe m	N_2 in ccm/Lit.	t_s**)	t_w***)	Differenz t_s—t_w
			Atlantischer Ozean.				
7	24°20′ N.	22°37′ W.	1000	12.73	7.7	7.2	0.5
30	21°14′ S.	3°30′ O.	3000	13.77	3.4	2.5	0.9
40	24°19′ S.	7°25′ O.	3000	13.83	3.2	2.6	0.6
			Indischer Ozean.				
73	31°28′ S.	32°13′ O.	1000	13.26	5.6	5.5	0.1
74	31°49′ S.	32°55′ O.	1000	13.05	6.4	5.4	1.0
98	24°24′ S.	48°42′ O.	1000	12.73	7.9	6.8	1.1
120	16°29′ S.	51°48′ O.	1000	13.41	5.0	4.9	1.1
124	17°52′ S.	63°55′ O.	1000	(13.88)†)	3.1	5.5	—
127	8°45′ S.	64°52′ O.	1000	13.15	6.0	5.6	0.4
144	1°52′ N.	74°45′ O.	1000	12.93	6.8	6.6	0.2
145	3°32′ N.	88°20′ O.	1000	12.99	6.6	6.3	0.3
158	0°44′ S.	97°16′ O.	1000	12.83	7.3	6.3	1.0
			Stiller Ozean.				
194	0°17′ S.	139°5′ O.	1000	13.37	5.1	4.2	0,9
211	3°45′ S.	151°22′ O.	400	12.07	11.0	9.3	1.7
214	3°45′ N.	145°2′ O.	1000	12.90	7.0	5.6	1.4

Die höchsten Beträge an gelöstem Stickstoff weisen die Tiefen von 3000 m auf, entsprechend der dort auch beobachteten niedrigeren Wasser-Temperatur; die geringste Menge befindet sich in der 400 m-Schicht mit einer dementsprechend höheren Temperatur.

Die Sättigungstemperaturen weisen mit Ausnahme der einen nicht einwandfreien Analyse der Station 124 nur um 0.1—1.7° C von den tatsächlich in situ beobachteten Temperaturen ab und sind durchweg höher wie die in der Tiefe gemessenen Temperaturen. Die Sättigungstemperaturen sind aus den gefundenen Stickstoffbeträgen unter Berücksichtigung des Salzgehalts berechnet und geben diejenige Temperatur an, bei welcher das Wasser mit dem vorhandenen Stickstoffgehalt eben gesättigt sein würde. Da diese Temperatur durchgehends höher ist wie die tatsächlich beobachtete Temperatur, so geht daraus hervor, dass die Tiefenschichten mehr oder weniger Mangel an Sättigung mit Stickstoff aufweisen.

*) Über die Methode u. a. (siehe Kapitel I).

**) Sättigungstemperatur berechnet nach Fox: On the Coefficients of Arbsorption of the Athmospheric Gases., Part. I, Tabelle 10, Publications de circonstance, No. 41, Kopenhagen 1907.

***) Tatsächlich beobachtete Temperatur in situ.

†) Nicht ganz einwandfrei lt. Analysenbuch.

Wie Knudsen dargelegt hat*), kann die Temperatur des Oberflächenwassers sehr verschieden von der Sättigungstemperatur sein, und man kann daher aus einer in der Tiefe gefundenen Stickstoffmenge nur sehr wenig über die Erwärmung oder Abkühlung des Wassers seit Verlassen der Oberfläche schliessen.

Der vom „Planet" durchgehend gefundene Mangel an Sättigung in den Tiefenschichten führt zu der Schlussfolgerung, dass das Wasser beim Absinken nicht vollständig mit Stickstoff gesättigt war, sich also im Stadium der Abkühlung befand. Dies kann einerseits eine Folge der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen sein oder eine Folge des Transportes des Wassers aus wärmeren nach kälteren Gebieten, ein Ergebnis, welches sich unseren Ausführungen bei der Diskussion der Ursachen des Absinkens des Tiefenwassers anschliesst. Wir haben hierbei von der Mischung abgesehen. Diese wird, wenn die sich mischenden Wasserschichten eben gesättigt sind, eine Übersättigung verursachen; in unserem Fall, wo die Wasserschichten nicht gesättigt sind, wird die Mischung die Differenz zwischen Wassertemperatur und Sättigungstemperatur verringern, jedoch ist ein Schluss über die Mischung hier nicht zu ziehen, da die Unterschiede der Differenzen zum grossen Teil innerhalb der Fehlergrenze bei den Analysen ($^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ ccm/Liter) liegen. Als gesichertes Ergebnis kann dagegen der Mangel an Sättigung der Tiefenschicht von 1000 m angesehen werden, welcher zurückzuführen sein dürfte auf Absinken des Wassers im Stadium der Abkühlung.

3. Die Untersuchungsergebnisse der in evakuierten und sterilisierten Glasröhren eingeschmolzenen Wasserproben**).

Während der Sauerstoff infolge der bequemen titrimetrischen Methode leicht aus jeder Wasserprobe der Tiefsee an Bord bestimmt werden konnte, liess sich eine volumetrische Analyse auf Stickstoff nur in einzelnen Fällen, eine Analyse auf Gesamt-Kohlensäure gar nicht an Bord ausführen. Um die Stickstoff- und Kohlensäure-Menge später bestimmen zu können, wurden daher etwa 200 Wasserproben in evakuierte und sterilisierte Röhren an Bord eingeschmolzen. Die Röhren hatten etwa 175 ccm Inhalt — sie waren durch Vermittlung des Zentrallaboratoriums für die internationale Meeresforschung in Christiania bei Küchler & Söhne in Ilmenau bestellt worden und, ohne vorher einer Prüfung unterzogen zu sein, an Bord geliefert worden.

Die Röhren, welche von Herrn Dr. Rudolf Lütgens-Hamburg unter Assistenz des Verfassers untersucht wurden, ergaben gleich bei den ersten Analysen auf Sauerstoff und Stickstoff enorm hohe Beträge. Da der benutzte Apparat vorher auf Luftdichtigkeit, Absorption etc. durch Analysen der Gase des gewöhnlichen Leitungswassers geprüft worden war, so blieb nur der Schluss übrig, dass die bei der Analyse gefundene Gasmenge tatsächlich in den Röhren vorhanden war. Da sich zufällig auf der Deutschen Seewarte eine Anzahl ebenfalls von Küchler & Söhne gelieferter Röhren befand, welche noch nicht gefüllt waren, so wurden diese einerseits vom Verfasser, andererseits vom Internationalen Zentrallaboratorium auf ihr Vakuum geprüft. Das Resultat war, dass diese noch nicht benutzten Röhren mehrere Kubikzentimeter Luft enthielten, dass also die Firma Küchler & Söhne den Bedingungen nicht entsprechende Röhren (Vakuum von 0.05 mm Druck) geliefert hatte.

Auf den ersten Blick schien so das gesamte Material, dessen Konservierung bei den oft starken Schiffsschwankungen keine geringe Mühe gekostet hatte, wertlos; reifliche Über-

*) Publications de circonstance, No. 4, Kopenhagen 1903.

**) Hinsichtlich der Methode siehe auch Kapitel I.

legung ergab, dass eine Untersuchung der Proben sowohl auf Stickstoff- wie auf Kohlensäuregehalt vielleicht Erfolg haben könne.

Ausgehend von der Annahme, dass die bei der Evakuation in der Röhre zurückgebliebene Luft von der gleichen Zusammensetzung gewesen sei wie die Luft der freien Atmosphäre (etwa 79 % Stickstoff und Argon, 21 % Sauerstoff und 0.03 % Kohlensäure), wurden die bei der Analyse sich ergebenden Stickstoffmengen, welche stets viel zu gross waren, mittels der an Bord selbst ausgeführten Sauerstoffbestimmung reduziert.

Bei der Analyse wurde aus dem Wasser der Röhren zunächst Sauerstoff und Stickstoff bestimmt. Von der gefundenen Sauerstoffmenge wurde die Menge des Sauerstoffs, an Bord durch Titration bestimmt, subtrahiert; der resultierende Überschuss an Sauerstoff musste vor Einsaugen der Probe schon in der Röhre gewesen sein. Diesem Sauerstoffbetrag gemäss müsste eine bestimmte, der Zusammensetzung der Luft entsprechende Menge Stickstoff ebenfalls vorher in der Röhre enthalten sein, welche man erhielt, wenn man den Sauerstoffüberschuss mit dem Faktor 3.7 multiplizierte und diesen Betrag von der Gesamtmenge Stickstoff, die sich bei der Analyse ergeben hatte, subtrahierte. Der übrigbleibende Betrag ergab sodann die tatsächlich in 1 Liter Seewasser der untersuchten Schicht enthaltene Menge Stickstoff.

Die so erhaltenen Resultate sind naturgemäss bedeutend weniger exakt wie solche, welche mittels einfacher Analyse gewonnen sind. Ein Fehler in der titrimetrischen Bestimmung der Sauerstoffmenge kommt in seinem vierfachen Betrage bei der Stickstoffmenge zur Geltung, welche ihrerseits mit dem Analysenfehler behaftet ist. Ferner sind die Ergebnisse der Untersuchung von ca. 175 ccm Wasser auf 1000 ccm berechnet, und es ist die Annahme gemacht worden, dass die von der Analyse in der Röhre befindliche Luft stets von konstanter bekannter Zusammensetzung gewesen sei.

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse der Stickstoffuntersuchungen, zu welchen die gesamten, aus dem Atlantischen Ozean eingeschmolzenen Wasserproben verwandt wurden, mitgeteilt, wenngleich eine grössere Anzahl der Werte, wie ein Studium der Tabelle zeigt, augenscheinlich mit Fehlern behaftet sind. Es schien jedoch dem Verfasser angezeigt, nicht nur einige wahrscheinlich fehlerfreie Werte mitzuteilen, sondern das Gesamtergebnis, um zu späteren Untersuchungen anderer Expeditionen Vergleichswerte zu liefern.

Schlüsse aus den erhaltenen Werten zu ziehen, erscheint nicht angängig; im allgemeinen ergaben die Werte, dass der Stickstoffgehalt der Tiefen des warmen Nordatlantischen Ozeans geringer ist, wie derjenige des kalten Südatlantischen Ozeans.

Zusammenstellung der Stickstoffanalysen in ccm pro Liter (reduziert auf 760 mm und 0°).

Station 7.

Tiefe	Stickstoff
400 m	9.81 ccm
600 „	12.62 „
1500 „	14.95 „

Station 9.

Tiefe	Stickstoff
600 m	10.48 ccm
1000 „	13.81 „
1200 „	13.34 „

Station 10a.

Tiefe	Stickstoff
50 m	9.90 ccm
300 „	11.96 „
400 „	11.24 „

Station 11.

Tiefe	Stickstoff
200 m	12.15 ccm
400 „	11.71 „
600 „	15.34 „

Station 16.

Tiefe	Stickstoff
400 m	13.56 ccm
800 „	13.44 „

Station 18.

Tiefe	Stickstoff
200 m	10.98 ccm
400 „	10.93 „

Station 24.

Tiefe	Stickstoff
25 m	11.05 ccm
50 „	12.52 „
100 „	9.04 „
200 „	13.67 „
400 „	14.01 „
1000 „	18.24 „

Station 25.

100	m	11.65 ccm
400	,,	15.63 ,,
800	,,	15.73 ,,
1000	,,	15.96 ,,

Station 30.

50	m	12.83 ccm
200	,,	14.52 ,,
400	,,	14.57 ,,
800	,,	12.17 ,,
3000	,,*)	20.00 ,,

Station 40.

400	m	13.66 ccm
800	,,	15.18 ,,
1500	,,	13.97 ,,
3000	,,**)	15.58 ,,

Station 54.

400	m	12.34 ccm
1000	,,	14.48 ,,

Station 56.

200	m	13.18 ccm
400	,,	12.93 ,,

Station 60.

100	m	14.61 ccm
200	,,	15.72 ,,
400	,,	14.54 ,,
1000	,,	16.52 ,,
1500	,,	16.41 ,,

Station 82.

400	m	12.60 ccm

Station 98.

100	m	9.40 ccm

Da das Ergebnis der Untersuchungen der Röhren auf Stickstoffgehalt der Wasserproben nicht befriedigte, so wurden die aus dem Indischen und Stillen Ozean konservierten Wasserproben auf ihren Gehalt an Gesamt-Kohlensäure untersucht, indem derjenige Prozentsatz von Kohlensäure (0,03 ccm pro Liter), welchen die vor Einsaugen der Wasserprobe in der Röhre befindliche Luft enthielt, vernachlässigt wurde. Der zu den Untersuchungen benutzte Apparat war ähnlich demjenigen, welcher an Bord zu den Sauerstoff-Stickstoff-Untersuchungen benutzt worden war (vergl. Kap. I, 9), nur mit dem Unterschied, dass das ausgeschiedene Gas zunächst in einer Quecksilber-Bürette gemessen und erst dann in die Kali-Pipette zur Absorption der Kohlensäure übergedrückt wurde. Auch befand sich am Kochgefäss ein doppeltes Ansatzrohr, um die eingesaugte Wasserprobe mit Schwefelsäure ansäuern und durch Zusetzen von Wasserstoffsuperoxyd mit Kaliumpermanganat als Katalysator eine kräftige Entwicklung von Sauerstoff während des Kochens erzielen zu können, damit sämtliche Kohlensäure ausgetrieben wurde***). Da die Sauerstoffbestimmung fortfiel, so konnten auch die erhaltenen Stickstoffwerte, welche wegen der vorerwähnten ungenügenden Evakuation der Röhren viel zu gross waren, nicht benutzt werden.

Die Analysen selbst haben viel Schwierigkeiten verursacht, in der Hauptsache dadurch, dass beim Kochen der Wasserprobe mehrmals das Kochgefäss sprang und neu geblasen werden musste. Auch auftretende Undichtigkeiten von Hähnen oder Verbindungen machten manche Analyse hinfällig und verursachten zeitraubende Arbeiten; einwandfrei durchgeführt wurden im ganzen etwa 80 Analysen.

Die Untersuchungen, durchweg Analysen von Wasserproben aus tropischen oder subtropischen Meeresgebieten, ergaben ein überraschendes Resultat. Wie die nachstehende Zusammenstellung zeigt, soll laut Analyse die obere Schicht der warmen Meere weniger wie die Hälfte an Gesamt-Kohlensäure enthalten wie die Tiefenschichten, während diese unter 200 m meist normale Mengen von 40—50 ccm pro Liter aufweisen — ein Ergebnis, welches nicht haltbar erschien, da die Bestimmungen der Alkalinität, welche von verschiedenen Expeditionen in den Tropen ausgeführt worden sind, höhere Werte (in ccm Kohlensäure ausgedrückt) aufweisen, wie die Gesamtkohlensäure-Bestimmungen der aus den Oberflächenschichten in Röhren eingeschmolzenen Wasserproben.

*) Analyse aus derselben Wasserprobe ergab an Bord 13.77 ccm.

**) Analyse aus derselben Wasserprobe ergab an Bord 13.83 ccm.

***) Siehe Ruppin in „Wiss. Meeresuntersuchungen der Kieler Kommission", Neue Folge, Bd. 7 u. 8, 1903 u. 1904.

Zusammenstellung der Kohlensäure-Bestimmungen (ccm/liter).

Atlantischer Ozean.

Station 30.

21°14′S.Br. 3°30′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
1000 m	45.5 ccm
3000 ,,	47.4 ,, *)

Indischer Ozean.

Station 73.

31°28′S.B. 32°13′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
200 m	44.8 ccm
600 ,,	43.8 ,,
800 ,,	47.3 ,,
1000 ,,	47.5 ,,
2000 ,,	49.4 ,,**)

Station 82.

36°42′S.Br. 42°4′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
100 m	20.2 ccm
150 ,,	21.0 ,,
200 ,,	20.4 ,,

Station 98.

24°24′S.B. 48°42′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
800 m	28.4 ccm
1000 ,,	44.2 ,,
1500 ,,	48.8 ,,
4000 ,,	48.7 ,,

Station 120.

16°29′S.B. 51°48′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
Oberfläche	18.8 ccm
200 m	22.0 ,,
400 ,,	38.8 ,,
800 ,,	47.6 ,,
1000 ,,	49.5 ,,

Station 124.

17°52′S.B. 63°55′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
125 m	23.5 ccm
250 ,,	(23.9) ***)
500 ,,	39.7 ccm
750 ,,	46.4 ,,
1000 ,,	46.7 ,,

Station 127.

8°45′S.Br. 64°52′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
Oberfläche	20.6 ccm
50 m	23.1 ,,
75 ,,	22.4 ,,
100 ,,	(28.5) ***)
200 ,,	45.1 ccm
400 ,,	47.7 ,,
800 ,,	48.9 ,,
1000 ,,	50.7 ,,
1500 ,,	51.2 ,,

Station 144.

1°52′N.Br. 74°45′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
80 m	19.9 ccm
100 ,,	44.3 ,,
140 ,,	42.0 ,,
200 ,,	43.9 ,,
400 ,,	48.2 ,,
800 ,,	49.7 ,,
1000 ,,	54.1 ,,
1500 ,,	50.2 ,,

Station 145.

3°32′N.Br. 88°20′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
Oberfläche	18.9 ccm
200 m	48.5 ,,
400 ,,	47.5 ,,
600 ,,	50.2 ,,

Station 158.

0°44′S.Br. 97°16′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
100 m	31.1 ccm
125 ,,	39.8 ,,
200 ,,	47.6 ,,
400 ,,	51.7 ,,

Station 179/181.

9°36′S.B. 111°36′Ö.Lg.
9°18′S.Br. 112°9′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
Oberfläche	23.7 ccm
100 m	21.8 ,,
150 ,,	45.2 ,,
400 ,,	47.7 ,,
1000 ,,	50.4 ,,

Stiller Ozean.

Station 194.

0°17′S.Br. 139°5′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
Oberfläche	24.7 ccm
100 m	33.9 ,,
125 ,,	19.1 ,,†)
150 ,,	22.3 ,,
175 ,,	21.5 ,,
200 ,,	22.6 ,,
250 ,,	42.4 ,,
400 ,,	45.7 ,,
800 ,,	45.3 ,,

Station 207.

1°32′S.Br. 145°9′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
100 m	17.4 ccm
250 ,,	22.6 ,,
400 ,,	47.4 ,,††)

Station 214.

3°45′N.Br. 145°2′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
125 m	43.1 ccm
150 ,,	43.3 ,,
175 ,,	44.0 ,,
200 ,,	44.7 ,,
225 ,,	47.1 ,,
400 ,,	47.8 ,,

Station 224.

7°36′N.Br. 132°4′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
125 m	44.1 ccm
150 ,,	44.1 ,,
400 ,,	49.6 ,,

Station 250.

11°57′N.B. 127°14′Ö.L.

Tiefe	CO_2
400 m	48.6 ccm
1000 ,,	49.7 ,,

Station 256.

19°2′N.B. 117°43′Ö.Lg.

Tiefe	CO_2
125 m	45.5 ccm

*) Pettersson-Schöpfer, bei anderen Proben Krümmel-Schöpfer.
**) Station 74.
***) Nicht exakt.
†) Volumen geschätzt, da Teilung der Bürette nicht ausreichte.
††) Station 211 (3° 45′ S. Br., 151° 22′ Ö. Lg.).

Die Tabelle zeigt eine grosse Gesetzmässigkeit in den einzelnen Werten, indem fast durchweg mit der Tiefe der Kohlensäuregehalt zunimmt. Da die Analysen in beliebiger Reihenfolge ausgeführt sind, indem bald eine Oberflächen-, bald eine Tiefenprobe untersucht wurde, und da die in den kalten Tiefenschichten gefundenen Mengen an Kohlensäure völlig denjenigen der höheren Breiten entsprechen, so mussten Fehler in der Analyse selbst von der Hand gewiesen werden.

Die Lösung der Widersprüche ergab schliesslich eine nähere Betrachtung der benutzten Röhren. Einzelne der Röhren zeigten im Innern nämlich einen weissen Belag, welcher meist die Form einer Elipse hatte und dort niedergeschlagen worden war, wo sich die Luftblase der gefüllten Röhre befunden hatte. Dieser Belag war früher wohl aufgefallen, aber nicht beargwöhnt worden, da die Röhren vor der Entnahme der Proben durchweg einen weissen Belag von Sublimat haben. Es wurden jetzt Röhren mit dem Belag herausgesucht. Alle diese Röhren hatten Wasserproben aus den Oberflächenschichten enthalten; der Niederschlag war kohlensaurer Kalk!

Die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes in den Proben der Oberflächenschichten ist wahrscheinlich allmählich erfolgt, worauf die Tatsache hindeutet, dass meist zwei Elipsen des Belags vorhanden sind, je nach der Lage der Luftblase; eine Anzahl von Röhren weist ferner ringförmigen Belag an einem Ende auf und deutet darauf hin, dass die Ausscheidung erfolgt ist, als der Kasten mit den Röhren hochkant stand, was nur während der Übersendung der Fall gewesen sein kann. Die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes ist also wahrscheinlich erfolgt infolge der Erniedrigung der Aussentemperatur. Weshalb dies aber nur bei den aus warmem Wasser stammenden Proben erfolgt ist und nicht bei den Proben aus der kälteren Tiefsee, ist nicht mit Sicherheit anzugeben; wahrscheinlich sind die Mengenverhältnisse zwischen Karbonat, Bikarbonat und freier Kohlensäure in den Oberflächenschichten anders wie in den Tiefenschichten.

Es schien von Interesse, den Belag einer Anzahl von Röhren auf seinen Kohlensäuregehalt hin zu untersuchen, um festzustellen, ob dieser zu dem volumetrisch gefundenen Wert hinzu gerechnet annähernd den Betrag ergeben würde, den die Tiefenschichten aufweisen. Das vom Verfasser angewandte Verfahren schloss sich der Alkalinitätsbestimmung nach Kjeldahl an, wie sie von Herrn Dr. Ruppin ausgeführt wird.

Die zu untersuchende Röhre wurde mit 10 ccm $^1/_5$ Normal-Salzsäure ausgespült, letzterer dann einige Kubikzentimeter $^1/_5$ Normal-Lösung von Jodkalium und jodsaurem Kalium zugefügt; der Salzsäure-Überschuss machte eine ihm entsprechende Menge Jod frei, welche durch Titration mit $^1/_5$ Natriumthiosulfat bestimmt wurde. Aus der zur Austreibung der Kohlensäure verbrauchten Salzsäuremenge konnte alsdann die an den Wandungen der Röhre ausgeschiedene Kohlensäuremenge berechnet und auf 1 Liter Wasser unter Berücksichtigung des Volumens der Röhre reduziert werden. Es ergaben sich bei 8 Bestimmungen folgende Werte:

Station	144 80 m	181 100 m	194 175 m	207 100 m	144 400 m	144 1500 m	158 125 m	214 125 m	
Volumetrisch gemessene Kohlensäure	19.9	21.8	21.5	17.4	48.2	50.2	39.8	43.1	ccm
Nachträglich als ausgeschiedenes Karbonat bestimmte Kohlensäure	30.9	28.7	28.1	28.7	7.3	4.2	10.6	3.6	,,
Gesamtmenge	50.8	50.5	49.6	46.1	55.5	54.4	50.4	46.7	,,

Die Ergebnisse können — in Anbetracht des Verfahrens und der mannigfachen Korrektionsrechnungen — als zufriedenstellend bezeichnet werden. Sie zeigen, dass das Defizit der Oberflächenschichten zurückzuführen ist auf Ausscheidung von kohlensaurem Kalk an den Wandungen der Röhren. Zieht man diese ausgeschiedenen Mengen in Rücksicht, so ergibt sich für die Oberflächenschichten eine Gesamtkohlensäuremenge, welche nicht wesentlich von derjenigen der Tiefenschichten verschieden ist.

Fünftes Kapitel.

Die Beobachtungen der Meeresoberfläche und der Luft.

1. Allgemeines.

Die Beobachtungen über Temperatur, Salzgehalt und Farbe der Meeresoberfläche wurden in der Regel zweimal täglich, vor- und nachmittags, von dem Verfasser angestellt. Die Beobachtungen über Farbe der See in Prozenten Gelb wurden durch die schon früh eintretende Unbrauchbarkeit der Forelskala unterbrochen; als es auch in Kapstadt nicht gelang, eine einwandfreie Skala herzustellen, wurde der persönliche Eindruck über die Farbe notiert; erst von Colombo an konnten wieder regelmässige Beobachtungen mit einer neu erhaltenen Skala ausgeführt werden, die dann bis Hongkong durchgeführt worden sind.

Die Beobachtungen über Temperatur und Salzgehalt wurden durch Aufschlagen von Wasser mittels einer grossen Segeltuchpütze auf der Back erhalten; das Wasser wurde erst aufgeholt, nachdem die Pütze eine Zeit lang im Wasser geschleift und so die Temperatur desselben angenommen hatte. Dann wurde mit einem Thermometer in Holzfassung nach etwa einhalbminütigem Umrühren die Temperatur des Wassers auf ein zehntel Grad Celsius genau bestimmt und hierauf eine nummerierte, $^1/_2$ Liter enthaltende Flasche mit Patentverschluss (Selterwasserflasche) mit diesem Wasser gefüllt. Die Flasche und der zur Füllung benutzte Trichter wurden vorher mit Wasser aus der Pütze ausgespült; die Flaschen selbst blieben stets mit Wasser gefüllt, um die Ausscheidung von Salz-Kristallen zu verhindern. Die Flaschen wurden nicht nach jeder Beobachtung aufgearbeitet, sondern einige Tage stehen gelassen, bis eine grössere Anzahl sich angesammelt hatte, da sich auf diese Art der Verbrauch des Normalwassers geringer stellte. Der Verschluss der Flaschen hat sich durchaus bewährt, wie verschiedene Prüfungen des Salzgehalts derselben Flasche in längeren Zwischenräumen ergaben.

Neben diesen Beobachtungen finden sich in den Tabellen gleichzeitige Beobachtungen der Lufttemperatur und vom 10. 11. 1906 auch der relativen Feuchtigkeit, welche von diesem Termin ab mit dem Aspirationspsychrometer gewonnen wurden; letzteres wurde zu diesem Zwecke an Steuer- oder Backbord über die Reling in den Wind gehalten, so dass keine Beeinflussung durch den Schiffskörper stattfinden konnte. Unter den Bemerkungen sind die Niederschlagsbeobachtungen aufgenommen, da sie für die Diskussion der Beobachtungen in Betracht kommen. Aus der Oberflächentemperatur und dem Salzgehalt wurde die Dichte (σ_t) nach Knudsens Tabellen berechnet, ferner wurden die Differenzen Luft- minus Wassertemperatur gebildet.

2. Beobachtungen über Temperatur, Salzgehalt, Dichte und Farbe der Meeresoberfläche, sowie über Temperatur der Luft, relative Feuchtigkeit und Niederschläge.

Kiel—Lissabon*).

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		N	O											
22. I.	8a	53°52′	6°30′	4.4	32.88	26.08	1.0	—	—	— 3.4				
	10¹/₄a	53°47′	6°8′	5.0	33.42	26.45	2.3	—	—	— 2.7				
	4p	53°25′	4°50′	4.8	32.16	25.47	2.7	—	—	— 2.1				
23. I.	8a	51°42′	2°47′	7.5	34.99	27.36	1.5	—	—	— 6.0				
	4p	50°59′	1°36′	8.0	35.05	27.33	2.2	—	—	— 5.8				
			W											
24. I.	8a	49°48′	1°16′	8.1	34.76	27.08	4.5	—	—	— 3.6	15%			
	4p	49°31′	2°55′	9.7	35.35	27.30	6.7	—	—	— 3.0	15%	10h 30—11h 30 Nm.		
25. I.	8a	48°44′	4°51′	10.1	35.19	27.10	10.2	—	—	0.1	10—15 %		1.3	
	4p	48°24′	5°34′	10.6	35.39	27.17	10.1	—	—	— 0.5	blaugrau, dunkel			
26. I.	8a	46°52′	7°4′	11.6	35.48	27.05	11.0	—	—	— 0.6	4—5 (dunkel)	12h 15—2h 15 Vm. Staubregen	1.0	
	4p	46°56′	7°6′	11.6	35.64	27.18	11.2	—	—	— 0.4	blaugrau, dunkel			
27. I.	8a	44°48′	8°51′	11.9	35.68	27.16	11.4	—	—	— 0.5	dunkles Blau			
	4p	43°43′	9°43′	12.5	35.71	27.06	12.0	—	—	— 0.5	2%			
28. I.	8a	41°50′	11°21′	12.3	35.90	27.24	12.4	—	—	0.1	3—4%			
	12¹/₂p	41°19′	11°31′	13.4	35.84	26.99	13.4	—	—	0.0	dunkles Blau			
29. I.	8a	39°25′	9°49′	14.0	36.02	26.99	13.6	—	—	— 0.4	10%			
	12a	38°50′	9°32′	13.6	35.46	26.65	13.1	—	—	— 0.5				

*) Die Bestimmung der Lufttemperatur erfolgte bis zum 10. II. mittels eines einfachen Thermometers, welches je nach der Windrichtung an Steuer- oder Backbord abgelesen wurde; später mit dem Aspirations-Psychrometer.

Die Niederschlagsbeobachtungen sind dem Meteorologischen Tagebuch (vergl. Bd. II, Aerologie) entnommen.

Lissabon—Kap Verde'sche Inseln.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	S‰	σ_t	Luft trocken t°C	feucht t°C	Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		N	W											
3. II.	2p	38°30′	9°22′	13.3	35.16	26.47	13.4	—	—	0.1	20%			Tejo-Mündung
	3p	38°18′	9°20′	14.0	35.86	26.87	12.2	—	—	— 1.8	10%			
	4p	38°10′	9°18′	14.3	36.02	26.93	12.2	—	—	— 2.1				
	5¼p	37°58′	9°17′	14.1	36.06	27.00	12.5	—	—	— 1.6	5—10%	10h 55—11h 20Nm Staubregen		
4. II.	9½a	35°58′	7°54′	15.5	36.33	26.90	13.8	—	—	— 1.7	5% (dunkel)			
	5p	35°39′	8°40′	15.6	36.29	26.85	14.2	—	—	— 1.4				
5. II.	7a	34°49′	11°0′	15.3	36.31	26.93	12.5	—	—	— 2.8	5%	10h 25—30 Vm. Staubregen		
	4p	34°39′	12°11′	15.5	36.40	26.96	12.0	—	—	— 3.5				
6. II.	8a	33°40′	14°33′	16.5	36.38	26.71	14.4	—	—	— 2.1	3%	10h 50 Vm. und 6h Nm. Regenschauer	Regenmesser enthält nur wenige Tropfen Wasser	
	4p	33°1′	14°38′	16.6	36.47	26.75	14.5	—	—	— 2.1	2—3%			
7. II.	8a	31°42′	17°0′	17.4	36.45	26.55	15.6	—	—	— 1.8		Bis 7h Vm. häufig Regenböen		
	4p	31°7′	18°19′	17.5	36.56	26.61	15.7	—	—	— 1.8		Nm. Staubregen zuweilen		
8. II.	8a	30°5′	20°45′	17.8	36.74	26.67	16.4	—	—	— 1.4	1%	3h 25 u. 3h 50 Vm. Regenschauer		
9. II.	8a	27°45′	21°27′	19.2	36.89	26.44	17.7	—	—	— 1.5	0%	4h 50—5h Vm. Regenböe		
	4p	26°43′	21°45′	19.2	36.94	26.48	18.2	—	—	— 1.0				
10. II.	10a	24°20′	22°37′	19.7	36.62	26.09	18.2	15.6	65	— 1.5	4%	Tagsüber häufig Regenböen		
11. II.	8¾a	22°13′	22°27′	19.1	36.51	26.16	18.6	14.6	67	— 0.5	dunkelblau, graugrün	Nachts schwacher Regen		
	4p	21°28′	22°54′	20.2	36.76	26.08	18.8	14.2	61	— 1.4	4% dunkel			
12. II.	7a	19°30′	23°0′	19.7	36.26	25.82	18.4	14.6	67	— 1.3	4—5%			
	6p	19°37′	22°37′	19.8	36.04	25.62	18.0	—	—	— 1.8				
13. II.	8a	17°50′	24°0′	21.1	35.97	25.22	19.9	16.8	73	— 1.2	1%			
	3p	17°8′	24°40′	21.3	36.24	25.37	21.0	17.0	67	— 0.3			0.3	gemess. a. 17. II. in Porto Grande

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S°/₀₀	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t°C	Luft feucht t°C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
Kap Verde'sche Inseln—Freetown.														
1906		N	W											
18. II.	9¾a	14°54′	24°44′	21.8	36.06	25.10	20.6	16.5	66	— 1.2	2—3% (zwisch. den Inseln)			
19. II.	9¾a	13°16′	23°30′	23.3	35.79	24.60	21.6	17.6	67	— 1.7	1% dunkel			
20. II.	10a	11°9′	22°8′	23.1	35.46	24.27	21.9	18.8	74	— 1.2	1—2%			
21. II.	11¾p	9°52′	19°55′	25.0	35.34	23.62	24.0	20.8	75	— 1.0	3%			
	4p	9°31′	19°26′	27.0	35.35	23.00	25.2	20.6	66	— 1.8	2%			
22. II.	8a	7°45′	17°27′	26.7	35.07	22.80	25.7	23.0	79	— 1.0	2—3%			
	5p	7°43′	16°51′	27.6	35.30	22.78	26.4	24.0	81	— 1.2				
23. II.	6¾a	6°57′	15°14′	27.8	34.65	22.21	26.7	24.4	83	— 1.1	1%			
	5½p	7°24′	14°43′	27.8	34.76	22.29	26.8	24.4	82	— 1.0				
24. II.	9½a	8°28′	13°28′	27.3	32.97	21.11	26.5	23.9	81	— 0.8	40%			
Freetown—St. Helena.														
28. II.	5¼p	8°14′	13°39′	28.1	34.14	21.75	27.4	24.6	80	— 0.7				
1. III.	8¼a	7°29′	14°14′	27.3	34.94	22.60	26.6	23.4	76	— 0.7				
	5p	7°10′	13°31′	28.3	34.88	22.23	27.6	23.2	68	— 0.7	4—5%			
2. III.	10¼a	6°14′	12°2′	29.0	34.65	21.82	—	—	—	—	3%	11h 30—38 u. 11h 45—12h 2 Regenböen	0.4	
	4p	5°55′	11°38′	29.3	34.20	21.39	28.0	24.8	77	— 1.3				
3. III.	8¼a	5°0′	10°27′	28.6	34.02	21.48	28.1	25.5	81	— 0.5				
	5p	4°37′	9°52′	29.2	33.78	21.10	28.4	25.1	76	— 0.8				
4. III.	8a	3°57′	8°53′	28.6	33.98	21.25	25.8	23.4	81	— 2.8		Regenböen 4h 45 bis 4h 52 Vm. u. 7h 20—8h Vm.	} 20.1	
	4¼p	3°38′	8°10′	28.8	34.23	21.57	27.7	25.3	82	— 1.1		Mehrfach Nm. und Nachts		
5. III.	9¼a	2°40′	6°18′	28.5	35.12	22.34	27.9	25.6	83	— 0.6			3.1	
	5p	2°25′	6°24′	28.8	35.10	22.23								

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		N	W											
6. III.	7½a	1°36′	5°12′	28.4	34.90	22.22	27.8	25.5	80	— 0.6				
	6p	0°42′	5°8′	28.5	35.07	22.30	28.6	25.6	79	0.1		6h 37—45 Nm. leichter Regen		
		S												
7. III.	8a	0°44′	5°13′	27.8	35.28	22.69	28.0	25.5	81	0.2				
	5p	1°49′	5°7′	27.9	35.46	22.80	27.8	25.2	81	— 0.1		10h 20—30 Nm. Staubregen		
8. III.	8¾a	3°22′	5°2′	27.7	35.50	22.88	27.3	25.5	86	— 0.4				
	4p	3°56′	4°49′	27.9	35.23	22.61	27.5	25.4	84	— 0.4		6h 0—5 Nm. Regenböe		
9. III.	9½a	4°51′	4°56′	27.8	35.44	22.81	26.8	25.4	89	— 1.0		8h—9h 40 Vm. u. Nm. leichte Regenböen	0.5	
	4½p	5°13′	5°2′	27.8	35.55	22.89	27.2	24.8	82	— 0.6				
10. III.	8¼a	6°16′	5°14′	27.2	35.81	23.28	26.5	24.0	85	— 0.7		Vm. u. Nm. leichte Regenschauer	1.5	
	5¾p	6°58′	5°22′	27.2	36.02	23.44	26.4	24.4	85	— 0.8				
11. III.	8½a	8°2′	5°31′	26.5	36.15	23.76	25.9	24.0	85	— 0.6		2h 10—15, 9h 10 bis 17 Vm. leichter Regen		
	4¼p	8°5′	5°28′	26.0	36.31	24.04	—	—	—					
12. III.	8a	9°7′	5°39′	25.9	36.29	24.06	25.4	22.7	79	— 0.5				
	4¼p	9°31′	5°45′	26.0	36.40	24.12	—	—	—	—				
13. III.	8¼a	10°50′	5°48′	25.4	36.53	24.39	24,0	22.0	84	— 1.4	circa 0—1%	Vm. u. Nm. leicht. Regen zuweilen		
	5¼p	11°50′	5°51′	25.3	36.42	24.35	24.1	22.1	84	— 1.2				
14. III.	8¼a	13°24′	5°52′	24.3	36.45	24.67	23.6	20.2	73	— 0.7	circa 0—1%	5h 30—40 Vm. Regenböe, desgl. mehrfach Nm.		Regenmesser in Reparatur, da undicht
	4½p	14°20′	5°50′	24.3	36.55	24.74	23.6	20.2	73	— 0.7				

St. Helena—Kapstadt.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
19. III.	8¼a	16°24′	4°55′	23.4	36.29	24.82	22.8	19.2	71	— 0.6		Nachts Staubregen		Regenmesser wieder aufgestellt
	1½p	16°40′	4°40′	23.7	36.44	24.84	21.7	19.5	81	— 2.0				
20. III.	8¼a	16°55′	3°15′	23.2	36.42	24.97	22.2	19.3	76	— 1.0				
	4p	17°0′	2°40′	23.9	36.42	24.87	23.4	19.9	72	0.5				

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächen-wasser t° C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	W											
21. III.	9½a	17°4′	0°50′	23.0	36.24	24.89	20.4	18.7	85	— 2.6		Vm. Staubregen		
	5½p	17°22′	0°13′	23.2	36.22	24.82	22.1	19.1	75	— 1.1				
			O											
22. III.	8¾a	17°26′	1°33′	22.7	36.00	24.81	22.3	18.6	70	— 0.4		Vm. Staubregen		
	5¼a	17°28′	2°11′	23.1	36.00	24.69	22.7	19.0	71	— 0.4	grün 15%			
23. III.	8a	18°51′	2°16′	22.6	36.09	24.90	21.8	18.9	76	— 0.8				
	5¼p	19°41′	2°15′	22.5	35.95	24.81	22.2	18.5	70	— 0.3	blau			
24. III.	8¼a	20°43′	3°3′	21.9	35.81	24.88	21.3	17.5	69	— 0.6		Bis 6h Vm. mehrfach leichter Regen		
	4¼p	21°14′	3°30′	22.2	35.90	24.86	21.5	18.2	73	— 0.7				
25. III.	8½a	22°1′	4°26′	21.5	35.68	24.89	21.2	17.0	65	— 0.3		4h 20 Vm. kurzer Regen		
	3p	22°10′	5°17′	21.8	35.64	24.78	21.5	17.0	64	— 0.3				
26. III.	8a	23°8′	5°51′	21.4	35.77	24.99	20.8	16.5	65	— 0.6				
	4¾p	23°25′	6°26′	21.2	35.52	24.85	21.4	18.8	77	0.2		6—8h Nm. Staubregen		
27. III.	8a	24°11′	7°9′	20.9	35.48	24.91	20.6	16.6	66	— 0.3				
	3½p	24°19′	7°25′	20.9	35.59	24.99	20.2	17.2	74	— 0.7		8h 40—50 Nm. Staubregen		
28. III.	8¾a	23°7′	7°53′	21.1	35.48	24.85	20.8	17.6	73	— 0.3		12—4h Vm. zuweilen Staubregen		
	4¼p	22°44′	7°41′	20.7	35.34	24.81	20.6	18.0	78	— 0.1				
29. III.	8¼a	20°43′	7°46′	21.0	35.55	24.93	20.6	16.6	66	— 0.4	grünlich			
	4¼p	20°42′	8°36′	20.4	35.35	24.94	20.7	17.9	76	0.3				
30. III.	8a	22°15′	9°30′	20.7	35.53	25.01	20.1	16.8	71	— 0.6	blau			
	4¾p	23°3′	10°0′	19.8	35.32	25.07	20.1	17.6	78	0.3				
31. III.	8¾a	24°29′	10°56′	20.5	35.81	25.36	20.0	17.6	79	— 0.5		12h—3h Vm. Staubregen		
	4¾p	25°24′	11°30′	19.5	35.30	25.14	19.4	18.0	87	— 0.1				
1. IV.	8a	26°41′	12°28′	20.0	35.71	25.32	20.0	18.2	86	0.0				
	4p	27°25′	13°3′	20.4	35.64	25.16	20.5	18.8	85	0.1				
2. IV.	8¼a	28°58′	14°15′	18.9	35.26	25.26	19.2	17.5	84	0.3	morg. gelbe Streifen von Salpen	3h und 3h 35 Vm. leichter Regen		

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
2. IV.	4½p	29°40′	14°52′	20.1	35.44	25.09	19.0	15.6	70	— 1.1				
3. IV.	8¼a	31°20′	16°0′	19.7	35.68	25.39	18.6	14.3	62	— 1.1	mittg. Tang m. Entenmusch. gef.			
	5¼p	32°14′	16°44′	17.7	35.28	25.57	18.3	16.0	79	0.6	grün	8h 20 u. 11h15 Nm. kurze Regenböe	0.2	
4. IV.	8a	33°20′	17°44′	14.5	34.96	26.07	14.0	12.3	82	— 0.5		Nachts heftige Regenböen	2.3	

Kapstadt — Durban.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
14. IV.	4p	33°58′	18°17′	12.8	34.85	26.33	15.1	13.4	83	2.3	grün			
15. IV.	8a	35°28′	18°27′	19.4	35.79	25.39	16.6	14.2	77	— 2.8	blau			
	4p	36°14′	18°29′	17.6	35.41	25.71	17.4	13.4	64	— 0.2	blau			
	5p	36°19′	18°20′	18.1	—	—	—	—	—	—	blau			
16. IV.	8a	38°1′	18°58′	18.9	35.50	25.44	18.3	15.8	77	— 0.6	blau	2h 25—3, 7h 35 bis 40 Vm. Regen		
	4½p	38°59′	19°20′	20.4	35.57	25.10	14.2	10.3	61	— 6.2		Leichter Regen Nm.		
17. IV.	8½a	39°56′	20°7′	20.3	35.52	25.12	10.8	7.5	62	— 9.5	blau	Nachts Regen und Hagelböen		
	3½p	40°4′	20°11′	20.7	35.52	24.99	12.2	8.3	59	— 8.5	blau			
	5¼p	—	—	19.5	—	—	—	—	—	—	blau			
	8p	40°19′	20°46′	13.6	35.14	26.40	—	—	—	—				
18. IV.	2¼a	40°51′	21°36′	14.4	35.26	26.33	—	—	—	—				
	8a	40°58′	21°46′	15.8	35.41	26.12	11.4	8.8	71	— 4.4	blaugrau			
	11¾a	41°10′	21°55′	15.2	35.32	26.19	—	—	—	—	blaugrau			
	3¼p	41°31′	22°6′	13.8	35.05	26.28	11.6	9.0	71	— 2.2	blaugrau			
	4½p	41°35′	22°10′	14.3	—	—	—	—	—	—	blaugrau			
19. IV.	5½a	42°42′	22°48′	9.6	34.34	26.52	—	—	—	—		4h 15—9h 25 Vm. erst leicht., spät. stärkerer Regen		
	7¾a	42°55′	22°53′	9.9	34.38	26.51	11.4	9.8	98	1.5				
	4¼p	43°39′	23°30′	12.3	34.88	26.46	10.4	7.5	79	— 1.9		9h 35 Nm. Regen		

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser			Luft			Lufr-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag		Bemerkung
				t^0 C	S ‰	σ_t	trocken t^0 C	feucht t^0 C	Relative Feucht. %			Zeit	Höhe in mm	
1906		S	O											
20. IV.	9 1/4a	45°19′	24°38′	9.2	34.34	26.60	8.2	7.6	92	— 1.0	blaugrau	Vm. und Nm. zuweilen Regen	1.5	
	2p	45°42′	25°11′	6.8	34.09	26.75	6.3	3.5	63	— 0.5	reinblau			
21. IV.	8 1/4a	47°20′	26°35′	3.7	33.89	26.95	3.6	2.4	81	— 0.1	blau	Bis 5h Vm. dauernd Regen	7.1	
	4p	47°50′	27°13′	4.0	33.77	26.83	4.0	3.6	93	0.0	blau	1h 15 Nm. leichter Regen		
22. IV.	7 1/4a	49°27′	29°9′	3.5	33.84	26.93	4.9	3.6	80	1.4	blau 0%	Heftige Schnee-, Regen- u. Hagelböen tagsüber	10.8	Sturm
23. IV.	11a	50°34′	30°41′	4.2	33.84	26.86	3.3	1.8	79	— 0.9		Starke Schnee-, Regen- u. Hagelböen tagsüber	4.7	Sturm
	6 3/4p	50°5′	31°12′	5.2	33.91	26.82	—	—	—	—				
24. IV.	8a	48°57′	33°13′	2.9	33.82	26.98	1.5	0.6	85	— 1.4	blau	Schnee- u. Hagelböen Vm. u. Nm.	2.0	
	5p	48°17′	34°30′	4.5	33.86	26.84	1.4	−0.2	74	— 3.1	blau			
25. IV.	8 1/2a	47°25′	36°0′	5.7	33.89	26.76	2.8	0.6	65	— 2.9		Schnee- u. Hagelböen Vm. u. Nm.		
	4 1/2p	46°42′	35°19′	6.5	34.04	26.75	2.8	1.0	72	— 3.7	tiefblau			
26. IV.	8 1/2a	45°12′	33°45′	7.4	33.96	26.56	4.0	1.8	75	— 3.4	blau	Schnee- u. Regenböen Vm. u. Nm.		
	5p	44°24′	32°53′	8.3	34.11	26.55	5.2	2.4	61	— 3.1				
27. IV.	8 1/4a	42°59′	31°42′	11.0	34.56	26.45	7.9	5.4	69	— 3.1	grünblau	1h—3hVm. Regenböen, desgl. Nm.		
	11 1/2a	43°2′	31°8′	9.0	34.25	26.55	—	—	—	—				
	4 1/2p	42°50′	31°33′	11.2	34.63	26.47	10.4	9.0	82	— 0.8				
28. IV.	8 3/4a	42°21′	31°0′	10.4	34.51	26.52	13.1	12.0	88	2.7	grünlich blaugrau	Tagsüber zuweilen leichte Regenfälle	2.5	
	6 1/2p	41°9′	31°16′	16.1	35.43	26.07	14.6	14.3	96	— 1.5				
29. IV.	8a	39°40′	31°43′	14.8	35.30	26.26	15.2	14.0	88	0.4	grünblau	12 h—1 h Vm. Staubregen		
	1p	39°10′	31°48′	15.8	35.34	26.07	16.2	14.8	86	0.4	grünblau			
30. IV.	9 1/4a	38°15′	32°2′	15.8	35.37	26.10	17.8	16.3	86	2.0	grün			
	1 1/4p	38°11′	32°33′	16.4	35.34	25.94	17.8	16.5	88	1.4	grünblau			
1. V.	8 1/2a	36°54′	33°5′	19.6	35.71	25.43	19.8	17.6	80	0.2	blau			
	1p	36°38′	32°27′	19.7	35.73	25.41	19.7	18.5	89	0.0	blaugrün			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t °C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
2. V.	8¼a	35°56′	32°9′	19.9	35.71	25.34	20.5	19.2	89	0.6	grüngrau			
	4p	34°50′	32°0′	19.8	35.71	25.37	21.0	19.5	87	1.2	blaugrau			
3. V.	8¾a	33°50′	32°11′	22.0	35.68	24.75	22.3	20.7	87	0.3	blau			
	5½p	32°56′	32°13′	21.4	35.71	24.95	21.6	20.8	93	0.2	blau			
4. V.	9¼a	31°28′	32°13′	22.8	35.68	24.52	23.0	21.2	85	0.2		Nachts sehr starker Tau		
	4p	30°49′	31°52′	23.5	35.55	24.23	23.3	21.8	87	— 0.2	blau			

Durban—St. Marie.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t °C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
14. V.	9a	29°57′	31°8′	21.9	35.46	24.62	21.6	19.2	80	— 0.3	dunkelgrün			
	10a	29°59′	31°11′	21.5	35.44	24.71	—	—	—	—	grün			
	4¼p	30°18′	31°34′	24.6	35.52	23.87	23.2	20.0	74	— 1.4	blau			
15. V.	8¾a	31°21′	32°55′	22.3	35.68	24.67	23.2	20.8	80	0.9	tiefblau			
	4p	31°49′	33°36′	22.0	35.64	24.72	23.6	21.8	85	1.6	tiefblau			
16. V.	8a	33°2′	35°18′	20.3	35.75	25.27	21.6	19.8	85	1.3	blau			
	4¼p	33°14′	35°49′	20.7	35.61	25.04	21.6	19.8	85	0.9				
17. V.	9a	34°21′	37°21′	20.2	35.68	25.24	20.6	19.6	91	0.4	blau	Nachts sehr stark. Tau		
	4¼p	34°44′	37°58′	20.3	35.68	25.21	20.2	19.7	96	— 0.1	blau	4h 45 Nm. Regenböe vorm Schiff vorbeiziehend		
18. V.	8¼a	35°50′	39°38′	19.2	35.64	25.48	19.5	19.8	94	0.3	blau		0.8	
	4p	36°11′	40°13′	18.9	35.35	25.48	19.5	17.4	85	0.6	blau			
19. V.	10a	36°42′	42°4′	18.5	35.57	25.61	18.8	16.7	81	0.3	blau mit etwas grün			
	5p	36°48′	41°40′	16.1	35.21	25.91	17.8	16.4	86	1.7	blau			
20. V.	10a	36°20′	41°18′	18.7	35.55	25.54	17.8	16.8	90	— 0.9	blaugrau	8h—8h 25 Vm. Regenböen	5.0	
	1½p	35°47′	41°45′	18.7	35.55	25.54	18.1	16.8	87	— 0.6	graublau	Desgl. Nm.		
21. V.	9¾a	33°38′	42°3′	18.7	35.55	25.54	18.2	16.4	83	— 0.5	graublau			
	4p	33°19′	42°19′	19.0	35.61	25.51	18.8	16.1	76	— 0.2	blau	3h 35—45 Nm. Regenböe		

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
22. V.	10a	31°50′	43°47′	19.7	35.70	25.40	19.4	16.1	71	— 0.3	tiefblau	12h—6h Vm. Böen mit Staubregen		
	4p	31°54′	43°53′	19.8	35.68	25.37	18.4	16.6	84	— 1.4	blau			
23. V.	8a	30°47′	44°59′	20.7	35.55	25.01	19.8	15.4	62	— 0.9	tiefblau			
	4p	30°12′	45°31′	22.3	35.57	24.59	20.8	17.3	71	— 1.5	blau			
24. V.	8a	28°36′	46°3′	24.9	35.08	23.45	23.1	20.3	78	— 1.8	tiefblau 0%			
	4¾p	27°41′	46°5′	24.1	35.12	23.72	22.8	19.8	91	— 1.3	tiefblau 0%	7h 50 Nm. Staubregen		
25. V.	8½a	25°50′	47°4′	23.9	35.07	23.74	24.0	21.2	78	0.1	dunkelgrün; 11a blau, 2—4%			
	4¼p	24°49′	47°20′	24.0	35.23	23.84	23.7	20.8	92	— 0.3	4½p sehr dunkelgrün			
	6¾p	24°37′	47°27′	24.9	34.78	23.23	—							
	7¾p	24°36′	47°32′	25.3	34.99	23.26	—	—	—					
	8¾p	24°36′	47°38′	25.8	—	—	—							
	9¾p	24°35′	47°44′	25.8	34.99	23.10	—							
26. V.	7½a	24°27′	48°30′	24.9	35.01	23.40	23.6	20.5	91	— 1.3	blau			
	3p	24°21′	48°42′	25.0	34.83	23.23	24.2	20.9	91	— 0.8	tiefblau			
27. V.	9½a	22°54′	48°24′	25.8	35.14	23.22	24.4	21.7	78	— 1.4	tiefblau			
	3p	22°26′	48°20′	26.0	34.63	22.82	24.6	21.1	73	— 1.4	grünblau			Regenmengen nicht einwandfrei.
28. V.	11a	21°23′	49°21′	25.8	35.19	23.26	24.4	20.1	67	— 1.4	tiefblau	10h 47—11h 10Nm starke Regenböe		
	4½p	21°5′	49°39′	25.8	35.19	23.26	24.0	19.8	66	— 1.8	tiefblau	8h 45—9h 30 Böe mit folgendem Regen		
29. V.	8a	20°6′	49°54′	26.0	35.21	23.18	24.3	20.0	67	— 1.7	tiefblau	11h 32—40 Regenböe		
	1½p	19°12′	49°45′	26.0	35.16	23.13	24.3	19.6	65	— 1.7	tiefblau	2h 30—35 Vm. leichter Regen		
3. VI.	7p	Aussenhafen von St. Marie		25.1	34.90	23.26	—	—	—	—	(Haf. v. St. Marie)! grünblau	5h 20 und 8h 15 Vm. Regensch.		

St. Marie—Mauritius.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t°C	S ‰	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
3. VI.	11½p	16°40′	50°4′	25.0	35.16	23.48	—	—	—	—				Regenmengen nicht einwandfrei.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
4. VI.	8¼a	16°38′	50°42′	25.8	35.25	23.29	26.1	21.4	66	0.3	tiefblau			Regenmengen nicht einwandfrei.
	4¾p	16°32′	51°10′	25.8	35.08	23.17	25.2	21.5	71	— 0.6	tiefblau			
5. VI.	8a	16°28′	51°47′	25.9	35.14	23.19	24.4	21.3	75	— 1.5				
	4¾p	16°42′	52°9′	25.8	35.03	23.13	25.2	21.4	61	— 0.6	tiefblau	12h40, 10h 15 Vm. und 8hNm. kurze Regenböen		
6. VI.	8¼a	17°28′	53°20′	25.9	35.05	23.11	23.2	22.0	89	— 2.7	graublau	1h 15, 6h 10 und 7h 40 Vm. kurze Regenböen	4.7	
	4¾p	17°49′	53°46′	26.0	34.92	23.00	25.5	22.0	74	— 0.5	tiefblau			
7. VI.	9½a	18°32′	54°55′	25.2	35.14	23.41	25.2	22.1	76	0.0	tiefblau (heller)	2h 45—2h 52 Vm. Regenböen		
	4½p	18°56′	55°33′	25.4	34.97	23.22	24.8	20.8	69	— 0.6	tiefblau			
8. VI.	8½a	19°43′	57°2′	24.6	35.28	23.69	23.6	20.4	75	— 1.0	blau	3h 20—3h 30 und 5h 25—35 Vm. Regen		

Mauritius—Rodriguez.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
14. VI.	9a	18°58′	58°38′	24.8	35.17	23.56	23.8	18.4	57	— 1.0	blau			Regenmengen nicht einwandfrei.
	4p	19°2′	59°27′	24.9	35.10	23.47	23.8	18.4	57	— 1.1	blau	7h 40—55, 8h 10 bis 9h 30 Nm. mehrere Regenböen		
15. VI.	8¼a	19°2′	61°18′	25.7	34.94	23.11	23.7	18.3	59	— 2.0	blau			
	4p	19°3′	61°48′	25.6	34.88	23.09	22.8	20.3	80	— 2.8	dunkelblau	3h 5—4h Vm. leichte Regenböen		
16. VI.	8¼a	19°25′	63°5′	24.1	35.35	23.90	22.4	19.0	72	— 1.7		6h 20—35 Vm. Regenböen		

Rodriguez—Colombo.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
18. VI.	8¾	18°17′	63°49′	25.3	34.74	23.08	23.8	19.6	67	— 1.5	dunkelblau			Regenmengen nicht einwandfrei.
	3¾	17°52′	63°55′	24.9	35.05	23.42	23.0	21.0	84	— 1.9	tiefblau	Mehrfach Regenböen tagsüber		
19. VI.	8¼a	16°38′	64°9′	25.5	34.97	23.19	23.0	21.0	84	— 2.5	dunkelblau	Mehrfach Regenböen tagsüber	0.5	
	4p	15°50′	64°34′	26.4	34.72	22.72	24.8	21.7	76	— 1.6	dunkelblaugrau			
20. VI.	8a	14°15′	65°20′	26.4	34.49	22.54	24.4	22.2	82	— 2.0	dunkelblau		4.2	
	4¼p	13°29′	65°47′	26.5	34.40	22.45	25.4	22.4	77	— 1.1	dunkelblau	10h 10 Nm. Staubregen		

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
21. VI.	8½a	11°32′	66°21′	26.8	34.40	22.35	25.6	22.5	76	— 1.3	blau (2%)			Regenmengen nicht einwandfrei
	4p	10°49′	66°33′	26.8	34.40	22.35	26.1	23.4	80	— 0.7	blau 2%	6h 55—7h 2 Nm. leichter Regen		
22. VI.	9a	8°47′	66°27′	27.5	34.69	22.34	26.5	23.0	74	— 1.0	blau 3%			
	4p	8°51′	65°35′	27.7	34.65	22.25	26.6	23.4	76	— 1.1	blau 1%			
23. VI.	9½a	8°42′	64°55′	27.3	34.67	22.40	24.5	23.3	90	— 2.8	dunkelblau	5h 5—9 Vm. Regen 6h 50—7h 30 Nm.	9.5	
24. VI.	8¾a	7°25′	65°32′	27.8	34.70	22.26	27.0	23.8	76	— 0.8	blau 1—2%	Regen. 8h 40 bis 55 Nm. heft. Re. 9h 48—10h5Nm. Regen	14.0	
	4p	6°45′	65°58′	27.8	34.72	22.27	27.4	24.0	75	— 0.4	blau		9.0	
25. VI.	8¾a	4°59′	66°55′	28.0	35.01	22.42	27.4	25.0	82	— 0.6	blau	1h 50—2h 10, 2h35 bis 3h8, 6h15 bis 6h25Vm. Regenschauer	10.8	
	4¼p	4°20′	67°24′	28.4	35.26	22.48	27.7	25.1	81	— 0.7	blau			
26. VI.	8¼a	3°2′	68°16′	28.5	35.32	22.48	25.2	23.0	83	— 3.3	dunkelblau	6h 18—7h 15 Vm. heftiger Regen	48.5	
	5¼p	2°56′	68°3′	28.6	35.23	22.39	26.8	23.7	77	— 1.4	dunkelblau			
27. VI.	9¼a	2°22′	68°52′	28.8	35.34	22.41	28.4	23.8	68	— 0.4	tiefblau			
	4½p	2°10′	69°26′	30.3	35.48	22.00	28.8	24.1	66	— 1.5		10h 20—50 Nm. leichter Regen		
28. VI.	9½a	0°45′	71°17′	29.1	35.35	22.32	26.2	24.3	85	— 2.9	graublau	12h 40—55 Vm. Regenböe	0.5	
	4¼p	0°21′	71°43′	29.2	35.37	22.31	28.0	24.4	74	— 1.2	dunkelblau	7h 50—5h 10 Vm. Regenböe		
		N												
29. VI.	6¾a	0°20′	73°21′	29.3	35.17	22.12	27.1	24.6	82	— 2.1	dunkelblau	6h 35 Vm. feiner Regen	9.0	
30. VI.	10½a	1°52′	74°45′	29.0	35.17	22.22	26.9	23.9	78	— 2.1	blau	7h 25 Vm. Staubregen		
1. VII.	9a	3°20′	76°0′	28.7	35.10	22.26	28.0	24.7	76	— 0.7	blau	1h 55—3h Vm. starker Regen	51.0	
	4½p	3°56′	76°37′	28.7	35.10	22.26	26.6	24.7	86	— 2.1	blau 3—4%			
2. VII.	8¾a	5°17′	78°5′	27.7	34.92	22.45	27.4	25.6	87	— 0.3	dunkelgrün	5h 40—42 u. 6h 0 bis 10 Regenschauer		
	4½p	6°1′	78°48′	27.8	34.90	22.41	27.9	25.5	82	0.1	dunkelgrün			

Colombo—Padang.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
14. VII.	9a	5°57′	80°3′	26.2	34.51	22.62	26.6	25.4	91	0.4	17%			
	4¼p	5°28′	80°59′	27.3	34.29	22.10	27.2	24.8	82	— 0.1	15%			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t°C	Luft feucht t°C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		N	O											
15. VII.	8¼a	4°44′	82°48′	27.5	34.45	22.17	27.2	25.0	84	— 0.3	7%			
	5p	4°31′	83°42′	27.9	34.99	22.44	27.8	25.2	81	— 0.1	5%			
16. VII.	8¼a	4°20′	86°14′	28.3	34.13	21.66	28.0	24.9	78	— 0.3	3%			
	4¼p	4°8′	86°18′	28.3	34.07	21.62	28.2	25.2	78	— 0,1	3%	2h 6—2h 12 Vm u. 3h 10—5h 30 zeitw.fein.Regen		
17. VII.	8¾a	3°32′	88°20′	28.3	34.20	21.72	28.0	25.0	78	— 0.3	2%			
	4½p	3°19′	88°52′	28.4	34.20	21.69	28.2	24.9	76	— 0.2	2%			
18. VII.	8½a	2°50′	90°46′	28.3	34.31	21.80	27.9	25.1	80	— 0.4	2%			
	4½p	3°13′	90°47′	28.6	34.18	21.61	28.3	24.5	73	— 0.3	2%			
19. VII.	10a	2°48′	92°29′	28.5	34.47	21.85	27.9	24.6	76	— 0.6	2%			
	4¼p	2°31′	92°43′	28.7	34.45	21.77	28.5	24.9	75	— 0.2	2%			
20. VII.	10a	3°15′	94°33′	28.7	34.29	21.64	28.0	24.8	77	— 0.7	1%			
	5p	3°21′	95°13′	28.8	33.86	21.29	25.7	23.5	83	— 3.1	2% (dunkel)	3h 50 Nm. st. Reg., 6h 15—25 Nm. Staubregen, 7h 50—8h Nm.Reg.		
21. VII.	3¾a	2°49′	95°56′	28.5	33.87	21.41	24.6	22.6	84	— 3.9			51.0	
22. VII.	10½a	2°48′	95°56′	29.0	unter 27	—	26.8	24.3	81	—	10—15% (dunkel)	8h 30—50 Regenböe	24.0	
	4½p	2°52′	95°50′	28.7	33.98	21.42	27.8	25.5	81	— 1.0	1—3% (dunkel)	10h 15—11h 35Nm Regenböe		
23. VII.	8½a	1°10′ S	95°30′	28.9	34.07	21.42	27.6	25.4	83	— 1.3	dunkelblau	2h 35—50, 3h50 bis 4h Vm. Reg.-böe		
	4p	0°30′	97°5′	28.9	34.40	21.67	27.2	24.5	80	— 1.7		1h 45 Nm. Regen		
24. VII.	7½a	0°44′	97°16′	29.1	34.47	21.66	28.4	25.5	79	— 0.7	2%			
	4p	0°42′	97°52′	29.4	34.43	21.53	28.9	24.5	69	— 0.5	2%			
25. VII.	8¼a	0°52′	99°45′	29.3	33.96	21.21	28.6	24.6	68	— 0.7	4%			

Padang—Batavia.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t°C	S‰	σ_t	trocken t°C	feucht t°C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
29. VII.	4¾p	1°3′	100°21′	29.9	34.07	21.09	28.5	24.8	74	— 1.4	25%		22.0	
31. VII.	8½a	4°25′	100°34′	29.0	34.16	21.46	26.8	24.2	81	— 2.2	1% dunkel	3h 40, 4h 20—5h20 Vm. Gewitterböe mit Regen, 11h10—11h20 leichter Regen 10h—11h 50 Nm. Regen		
	4p	4°14′	100°10′	29.0	34.27	21.54	26.6	24.3	83	— 2.4	1%			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	S °/₀₀	σ_t	Luft trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. °/₀	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
1. VIII.	9a	5°6′	102°37′	28.9	34.14	21.48	28.1	24.3	73	— 0.8	1%		6.8	
	4$^1/_4$p	5°25′	102°5′	29.3	34.18	21.37	28.6	24.0	68	— 0.7	1—2%			
2. VIII.	9a	6°10′	104°38′	28.7	32.56	20.36	27.5	25.1	82	— 1.2	4%			
	3$^1/_2$p	6°7′	105°23′	29.1	32.25	19.99	—	—	—	—	10—15%			
	4$^1/_4$p	6°8′	105°26′	29.1	32.09	19.87	—	—	—	—		9h 20—30 Nm. Staubregen		
3. VIII.	8$^1/_2$a	5°58′	106°38′	28.7	31.35	19.45	26.9	24.0	78	— 1.8	75%	2h 50—3h 15 Vm. Gewitterregen		

Batavia—Makassar.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t° C	S °/₀₀	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. °/₀	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
9. VIII.	8$^3/_4$a	7°11′	105°45′	28.5	32.24	20.18	26.1	24.5	88	— 2.4	3% (dunkel)	12h 40 Nm. feiner Regen, 6h 35 bis 55, 8h 37—8h50 10h 20—50 Nm. Regen		
	4p	7°24′	106°23′	28.6	32.84	20.61	26.7	23.8	78	— 1.9	20% (trübe)			
10. VIII.	9$^1/_2$a	8°16′	107°19′	28.0	32.65	20.65	28.1	23.4	67	0.1	5%		17.6	
	4$^1/_2$p	8°46′	107°25′	27.3	33.71	21.68	27.1	24.0	77	— 0.2	8%			
11. VIII.	8$^1/_4$a	9°46′	107°48′	27.3	34.11	21.98	27.1	23.6	75	— 0.2	3%			
	5$^1/_4$p	10°6′	108°12′	27.3	34,07	21.95	27.1	23.8	76	— 0.2				
12. VIII.	8$^3/_4$a	10°11′	108°32′	27.3	34.11	21.98	26.7	23.6	77	— 0.6	2%	11h 35—40 Vm. Staubregen		
	4$^1/_2$p	10°23′	108°50′	27.1	34.31	22.19	26.8	24.0	79	— 0.3	1%	9h 20—22 Nm. Staubregen		
13. VIII.	10$^1/_4$a	10°22′	109°54′	27.1	34.36	22.23	26.0	23.4	75	— 1.1	2%			
14. VIII.	8a	9°35′	111°36′	27.4	34.23	22.03	26.5	24.0	81	— 0.9	1—2%			
	4$^1/_4$p	9°18′	112°9′	27.5	34.13	21.92	26.8	24.1	80	— 0.7	1% (dunkel)	12h40—1h 20 Nm. Staubregen		
15. VIII.	8$^1/_4$a	8°43′	113°23′	27.5	34.25	22.01	26.4	24.7	87	— 1.1		1h 13—22, 4h 0 bis 5, 5h 10—1h, 40 Vm. Regen	24.0	
	4$^1/_4$p	8°48′	114°2′	27.5	34.43	22.15	26.8	24.6	83	— 0.7	4%			
16. VIII.	8a	8°54′	114°37′	27.3	34.47	22.24	26.5	24.3	83	— 0.8	graublau			
	4$^1/_2$p	8°14′	116°6′	28.5	34.49	21.86	27.3	23.8	75	— 1.2	3%			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t°C	Luft feucht t°C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
17. VIII.	8¼a	7°18′	117°9′	27.5	34.45	22.16	26.9	24.5	82	— 0.6	3%			
	4½p	6°42′	117°40′	27.8	34.47	22.08	27.2	24.4	79	— 0.6	3%			
18. VIII.	8¾a	5°48′	118°56′	27.0	34.52	22.38	26.8	24.4	82	— 0.2	7%			

Makassar—Amboina.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t°C	Luft feucht t°C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
23. VIII.	5¼p	5°44′	120°23′	26.9	34.05	22.05	26.7	23.4	76	— 0.2	7%	8h 35—41 Vm. Staubregen		
24. VIII.	8¼a	6°13′	121°28′	26.7	34.11	22.17	26.2	24.0	82	— 0.5	7%			
	4½p	6°33′	122°6′	26.9	34.16	22.14	26.5	23.3	76	— 0.4	7%			
25. VIII.	8½a	6°56′	123°24′	27.3	34.13	21.99	26.3	23.4	78	— 1.0	3%			
	5p	7°10′	124°0′	27.8	34.13	21.82	26.4	23.0	75	— 1.4	3%			
26. VIII.	9½a	7°25′	125°54′	27.0	34.25	22.17	26.3	22.0	68	— 0.7	5%			
28. VIII.	4¼p	6°8′	127°5′	26.2	34.34	22.50	—	—	—	—				
29. VIII.	9a	4°19′	128°5′	26.4	34.40	22.48	25.8	23.0	79	— 0.6	graugrün			

Amboina—Hermit-Inseln.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t°C	Luft feucht t°C	Luft Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
4. IX.	8½a	3°3′	127°36′	27.1	34.36	22.23	26.2	23.6	80	— 0.9	3%	4h 0—30 Vm. Regen		
	5¾p	2°34′	128°12′	28.3	34.31	21.80	27.6	24.0	74	— 0.7				
5. IX.	8a	1°46′	129°12′	27.6	34.31	22.02	27.0	24.6	81	— 0.6	4%			
	4p	1°33′	129°35′	27.7	34.23	21.93	28.0	24.0	72	0.3		9h 0—17 Nm. Regenböe		
6. IX.	9½a	1°24′	130°42′	28.1	34.34	21.89	26.9	24.4	81	— 1.2	15%		6.0	
	2¾p	1°4′	131°8′	28.3	34.72	21.88	29.3	25.1	70	1.0	15%	1h 40 Nm. Staubregen, 7h 20 bis 8h 50 Nm. Regen		
7. IX.	8¼a	0°11′	132°8′	28.8	34.22	21.56	27.1	24.0	77	— 1.7	1%		8.0	
	4p	0°19′	132°25′	29.5	34.18	21.31	28.8	24.6	69	— 0.7	1%			
		N												
8. IX.	9a	0°9′	133°53′	28.8	34.11	21.48	27.6	24.5	77	— 1.2	0%	8h 0—7 Vm. Regenböe	7.0	

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
1906		N	O											
8. IX.	4¼p	0°13′	134°25′	28.5	34.11	21.58	28.4	24.6	73	— 0.1	0%			
9. IX.	9a	0°40′	135°49′	28.9	33.87	21.27	27.7	24.5	77	— 1.2	0%			
	4½p	0°49′	136°31′	30.0	34.23	21.17	28.5	24.6	72	— 1.5	0%			
10. IX.	9a	0°23′	137°39′	28.9	34.29	21.58	28.0	24.2	73	— 0.9	1%			
	3¾p	0°3′	137°53′	29.2	34.22	21.42	27.7	24.8	79	— 1.5	0—1%	12h 25—29 Nm. Regenböe		
		S												
11. IX.	7¾a	0°16′	139°5′	29.0	34.22	21.49	27.8	25.2	81	— 1.2		9h 30—40 Vm. Regenböen	4.0	
12. IX.	8a	0°53′	140°40′	28.8	34.04	21.42	26.7	24.6	82	— 2.1	dunkel	5h 20—40, 8h 10—45, 10h 45—11h Vm. Regenböen	24.0	
	4p	1°23′	140°47′	28.7	33.98	21.42	26.2	23.4	79	— 2.5	1%	11h Vm. bis 12h10 Nm. heft. Regen		
13. IX.	8a	2°33′	141°10′	28.5	34.09	21.56	26.8	23.8	78	— 1.7	3%			
	4¼p	2°20′	141°37′	29.0	34.56	21.75	28.1	24.6	75	— 0.9	0—1% (dunkel)			
14. IX.	8a	1°44′	142°51′	28.9	34.72	21.90	28.2	24.7	75	— 0.7	0%			
	4½p	1°39′	143°18′	29.9	34.72	21.57	28.2	24.3	73	— 1.7	0%	2h 20 Nm. kurze Regenböe		
15. IX.	8¾a	1°42′	144°36′	29.2	34.29	21.47	27.0	24.2	79	— 2.2	1%	Häufige Regenböen Vm.	20.0	
	3p	1°33′	144°54′	31.8	34.69	20.88	28.8	24.9	71	— 3.0	4%			

Hermit-Inseln—Matupi.

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t°C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung
2. X.	8a	1°30′	145°7′	30.2	34.67	21.43	29.1	24.8	70	— 0.9				
	2p	1°32′	145°9′	31.3	34.60	20.92	29.3	24.8	69	— 2.0	1%	7h10 u. 10h 35 Nm. Regen		
3. X.	8a	2°32′	146°19′	29.7	34.47	21.46	27.8	24.7	77	— 1.9	0%	2h 48—3h 50 Nm. mehrere heftige Regenböen		
11. X.	7½a	2°27′	148°50′	29.6	34.74	21.69	28.3	25.1	77	— 1.3	0%	5 h 15 Vm. Regenböen	200.4	Gemessen vom 16. IX. bis 12. X.
	4¼p	2°57′	149°36′	30.0	34.74	21.70	27.4	24.5	79	— 2.6	dunkelblau	2h 45 Nm. Regenböen, 10h 50 Staubregen		
12. X.	8¾a	3°37′	151°5′	29.3	34.40	21.53	26.6	23.7	78	— 2.7		Häufig Regen tagsüber		
	2½p	3°45′	151°22′	29.6	34.79	21.73	26.0	23.8	83	— 3.6	dunkelblau			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	S ‰	σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung

Matupi—Yap.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t° C	S ‰	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1906		S	O											
7. XI.	11¼a	zwisch. Matupi u. Bienenkörbe		30.2	34.65	21.41								
	11¾a	4°15′	152°15′	29.8	34.69	21.58	—	—	—		2%			
	5¼p	3°50′	151°55′	29.8	34.69	21.58	—	—	—	—	dunkelblau			
1907														
5. I.	11½	4°15′	152°15′	29.2	34.22	21.42	25.2	24.1	91	— 4.0		Vm. und Abends heftiger Regen	28.5	
	4p	3°55′	151°59′	29.0	33.86	21.22	25.2	24.0	90	— 3.8				
6. I.	8¼	2°57′	151°3′	29.0	34.18	21.49	26.9	24.3	81	— 2.1		Tagsüber meist starker Regen	38.0	
8. I.	8a	2°18′	150°8′	28.3	34.40	21.87	27.6	25.4	83	— 1.7		1h 35—45, 2h 45 bis 50 Vm. stark. Rengeschauer	6.7	
	4p	2°15′	149°40′	28.5	34.38	21.79	28.8	26.2	82	0.3	5% (dunkel)	Abends mehrfach Regen		
9. I.	8¼a	1°16′	148°46′	27.7	34.61	22.23	27.6	25.4	83	— 0.1	4%			
	4p	0°57′ N	148°45′	28.2	34.40	21.90	28.1	25.6	82	— 0.1	graublau	1h 5—10, 45—55, 4h 7—25, 4h 40 bis 5h 10 Nm. Regen		
10. I.	11¼a	0°42′	149°30′	29.3	34.22	21.39	29.2	25.4	74	— 0.1	1%	10h 30—35, 11h 15 bis 23 Vm., 1h 35 bis 45, 3h 30 bis 45, 3h 55—4h 10 Nm. Regen	10.1	
	4p	1°01′	149°2′	29.5	34.16	21.29	25.8	24.9	93	— 3.7	dunkelblau			
11. I.	8a	1°48′	147°30′	28.9	34.20	21°52	27.0	24.8	83	— 1.9	dunkelblau	1h 0—27 Vm. Regen	7.2	
	4½p	2°19′	147°6′	29.1	34.29	21.51	28.3	25.2	77	— 0.8	tief dunkelblau			
12. I.	8a	3°32′	145°24′	28.5	34.23	21.67	27.9	25.5	82	— 0.6	0%	7h 45—9h 40 Nm. Regen	10.4	
	4p	3°41′	145°1′	28.8	34.34	21.66	27.1	24.8	82	— 1.7	0%	3h 40—45, 10h 33 bis 52 Nm. Regenböe		
13. I.	3p	5°33′	142°48′	28.3	33.71	21.35	25.3	24.0	90	— 3.0	dunkelblau	Bis 2h 40 Nm. meist heftiger Regen	50.8	
14. I.	8¼a	7°5′	141°29′	28.4	33.77	21.35	27.2	24.2	78	— 1.2	0—1%	2h 35—45 Vm. Regenböen	43.5	
	4p	7°32′	141°4′	28.7	33.91	21.37	27.7	24.2	75	— 1.0	0%	9h 50—55, 10h 15 bis 50 Nm. Reg.		
15. I.	8a	8°37′	140°21′	28.2	33.91	21.54	27.4	24.0	75	— 0.8		Nachts zuweilen leichter Regen	7.1	
	4p	9°2′	139°42′	28.4	34.02	21.55	27.2	23.7	75	— 1.2	0%			
16. I.	8a	9°16′	138°6′	28.1	34.07	21.69	26.7	23.0	72	— 1.4	0%			

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser t° C	Oberflächenwasser S ‰	Oberflächenwasser σ_t	Luft trocken t° C	Luft feucht t° C	Luft Relative Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Niederschlag Höhe in mm	Bemerkung

Yap—Manila.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t° C	S ‰	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Rel. Feucht. %	Luft-minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
1907		N	O											
20. I.	4p	9°11′	137°50′	28.0	34.18	21.81	27.0	21.4	61	— 1.0	0%			
21. I.	8a	8°42′	136°16′	27.8	34.09	21.79	27.1	22.4	67	— 0.7	0%			
	4p	8°13′	135°44′	28.2	34.29	21.81	27.3	22.5	66	— 0.9	0%			
22. I.	8½a	7°19′	134°42′	28.0	34.09	21.73	27.4	23.7	73	— 0.6				
	4p	Barrierriff von Palau		27.5	34.18	21.97	27.2	23.6	74	— 0.3	15%	12h 45—50 Nm. leichter Regen		
	5p	7°31′	134°33′	27.3	34.22	22.05	—	—	—	—	0%			
23. I.	8¼a	7°36′	133°25′	27.8	34.11	21.81	27.3	24.0	75	— 0.5	0%	3h 45—58 Vm. leichter Regen		
	5p	7°36′	132°16′	27.9	34.13	21.79	27.1	24.9	83	— 0.8	0%	4h 5—5h 20, 5h 48 bis55Nm. Regen.		
24. I.	8a	7°36′	132°4′	27.8	34.16	21.85	—	—	—	—	0%	1h 25—3h 5, 9h 40 bis 10h 20 Vm. mehr. Regensch.	0.1	
	4p	7°35′	131°45′	27.9	34.22	21.86	27.2	24.3	79	— 0.7	0%	8h 50—55 Nm. feiner Regen		
25. I.	8a	7°38′	130°38′	28.0	34.09	21.73	27.7	24.5	76	— 0.3	0%	1h 15—23, 4h 0 bis 45 Vm. leichter Regen	0.3	
	4p	7°39′	130°16′	28.2	34.18	21.74	27.6	24.8	79	— 0.6	0%	4h 45-55 Nm. leichter Regen		
26. I.	8¼a	7°36′	129°32′	27.9	34.05	21.73	25.4	24.0	89	— 2.5	0%	6h 50—11h 20 Vm. meist starker Regen	52.4	
	4¼p	7°35′	128°55′	27.9	34.04	21.72	27.4	24.4	78	— 0.5	dunkel			
27. I.	8a	7°18′	127°48′	27.8	34.14	21.84	27.1	23.2	72	— 0.7	0%		0.1	
	4¼p	7°9′	127°30′	27.9	34.16	21.82	—	—	—	—	0%			
28. I.	8¼a	6°59′	126°51′	27.0	34.42	22.30	25.4	23.6	86	— 1.6	0%			Regenmesser durch Windsäcke beeinflusst.
	4p	6°56′	126°38′	27.0	34.38	22.28	25.7	23.7	85	— 1.3		12h—4h Nm. häufiger Regen.		
29. I.	8a	7°27′	126°54′	27.0	34.40	22.29	24.1	23.4	95	— 2.9	0%	4h 25 Vm. bis 2h 5 Nm. mehrfach Regen	0.8	
	5p	7°47′	127°10′	27.3	34.34	22.15	26.4	24.1	83	— 0.9				
30. I.	8¼a	8°34′	127°25′	27.6	34.31	22.02	26.6	23.5	77	— 1.0	0%			
	4p	8°37′	127°8′	27.4	34.42	22.17	26.9	23.5	75	— 0.5	0%			
31. I.	8a	9°1′	127°37′	27.7	34.31	21.99	26.9	23.3	74	— 0.8	0%		0.2	
	4p	9°38′	127°55′	27.8	34.22	21.89	26.0	23.8	83	— 1.8	0%	6h 55 Nm. Regen		

Datum	Zeit	Breite	Länge	Oberflächenwasser			Luft			Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag		Bemerkung
				t° C	S ‰	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %			Zeit	Höhe in mm	
1907		N	O											
1. II.	8¼a	10°12′	128°45′	27.2	34.16	22.05	25.7	23.2	81	— 1.5	0%	Regen Vm. mehrfach	12.2	Regenmesser durch Windsäcke beeinflusst.
	4p	10°30′	129°40′	27.4	34.13	21.95	27.4	23.3	70	0.0	0%			
2. II.	8a	11°28′	128°38′	27.4	34.31	22.09	25.6	24.6	92	— 1.8	0%	Tagsüber häufige Regenfälle	9.2	
	4p	11°42′	128°20′	27.4	34.29	22.07	27.0	24.5	81	— 0.4	0%			
3. II.	8¾a	11°57′	127°14′	27.2	34.42	22.23	26.9	24.3	81	— 0.3	0%	Tagsüber leichte Regenböen	0.5	
	4p	12°5′	126°50′	27.2	34.31	22.15	27.0	24.2	79	— 0.2	0%			
4. II.	8a	12°22′	125°52′	26.8	34.54	22.46	26.6	23.9	80	— 0.2	0%	6h 5—10, 10h 20 b. 11h 20Vm.,6h 30 bis 35, 8h 45 bis 9h 5 Nm. leicht. Regen		
	4p	12°30′	125°31′	26.9	34.65	22.51	26.4	23.5	78	— 0.5	0%			
5. II.	8½a	12°39′	124°13′	26.6	34.58	22.55	25.9	22.1	72	— 0.7	0%			
	9¾a	12°31′	124°9′	26.4	34.52	22.56	—	—	—	—				
	3p	12°45′	123°38′	25.4	34.52	22.86	25.9	22.2	72	0.5	15% (dunkel)			
6. II.	8½a	13°3′	122°2′	25.8	34.45	22.70	24.9	22.2	79	— 0.9	10%			
	4¼	13°21′	121°32′	25.9	34.14	22.45	26.1	22.7	74	0.2				
7. II.	8½a	14°5′	120°18′	26.4	33.66	21.92	24.9	21.0	70	— 1.5	0%			

Manila—Hongkong.

Datum	Zeit	Breite	Länge	t° C	S ‰	σ_t	trocken t° C	feucht t° C	Relative Feucht. %	Luft- minus Wasser-Temperatur	Farbe der See	Niederschlag Zeit	Höhe in mm	Bemerkung
13. II.	8a	15°13′	119°42′	26.4	33.40	21.73	25.4	21.3	69	— 1.0	2%			
	3¾p	15°55′	119°21′	27.2	33.42	21.49	26.1	21.5	66	— 1.1	1%			
14. II.	8½a	17°14′	118°41′	25.0	33.57	22.28	24.4	22.1	81	— 0.6	1%			
	4¼p	17°51′	118°22′	24.0	34.16	23.03	23.8	22.2	87	— 0.2	1%			
15. II.	9½a	19°2′	117°43′	23.8	33.95	22.93	23.5	21.3	82	— 0.3	1%	7h 5—13 Vm., 4h 30—50, 9h 25 bis 10h45 Nm. leich. Regen		
	4p	19°22′	117°28′	24.0	33.91	22.84	22.6	21.0	86	— 1.4	graublau			
16. II.	8a	20°30′	115°51′	23.4	34.07	23.14	20.7	18.7	82	— 2.7	2% (dunkel)	2h 50—3h, 4h 45 bis 5h 25 Vm. feiner Regen		
	4½p	21°2′	115°18′	23.0	34.23	23.38	20.3	18.1	81	— 2.7	graublau			
17. II.	8a	22°0′	114°30′	18.3	33.73	24.25	13.0	11.4	93	5.3	15%	Nachts mehrfach leichter Regen		

3. Die Beobachtungen der Temperatur der Meeresoberfläche.

Die Beobachtungen über die Temperatur der Meeresoberfläche einer einzelnen Reise werden im allgemeinen nur eine Bestätigung der Isothermenkarten, wie sie z. B. in den von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Atlanten vorhanden sind, geben. Immerhin habe ich versucht, einige Resultate aus ihnen zu ziehen.

Die Temperaturverhältnisse des östlichen Teiles des Atlantischen Ozeans in ihren jahreszeitlichen Änderungen hat Schott in einzelnen Karten im Atlas des „Valdivia"-Werkes dargestellt. Ein Vergleich der „Planet"-Beobachtungen mit diesen Karten ergab eine gute Übereinstimmung, nur westlich der südafrikanischen Küste ergaben sich durchweg höhere Temperaturen (19—20° C.), so dass das Auftriebgebiet sich wahrscheinlich nicht immer soweit seewärts erstreckt, wie in den Karten von Schott angegeben ist, sondern seine Ausdehnung zeitweise geringer ist. Sehr deutlich markiert sich das kalte Küstengebiet bei der Annäherung an Kapstadt, indem hier schnell die Temperatur des Meeres von 19.7 auf 17.7 und 14.5° sank; beim Verlassen von Kapstadt wurden ausserhalb des Hafens 12.8° gemessen, während am nächsten Morgen die Temperatur im Bereich des Agulhas-Stromes wieder auf 19.4° gestiegen war.

Südlich der Kap Verde'schen Inseln wurde vom „Planet" in 11—9° N. Br. und 19—22° W. L. jene sprunghafte Temperaturzunahme beobachtet, in deren ursächlicher Erklärung die Ansichten von Krümmel*) und Schott**) auseinandergehen:

20. II. 1906	10a	11°9′ N. Br.	22°8′ W. L.	23.1°	35.46‰
21. II. 1906	11¾a	9°52′ N. Br.	19°55′ W. L.	25.0°	35.34‰
21. II. 1906	4p	9°31′ N. Br.	19°26′ W. L.	27.0°	35.35‰

Krümmel weist darauf hin, dass eine Zunahme der Temperatur der Meeresoberfläche um mehrere Grade auf kleinen Strecken bei einer und derselben Strömung unmöglich sei, dass deshalb im Februar der Guineastrom bei 8° N. Br. an der Küste nach NW fliesse, wo er durch aufquellendes Tiefenwasser stark abgekühlt werde, dagegen der Kanarienstrom nicht mit südöstlicher Bewegungsrichtung in den Guineastrom übergehe, wie es Schott annimmt, welcher auf Grund der beobachteten Stromversetzungen und Windverhältnisse einen direkten Übergang von erheblichen Wassermassen des Nordäquatorialstromes in die Richtung des Guineastromes befürwortet.

Die vom „Planet" beobachteten Temperatursprünge liegen in einem Gebiet, in dem sowohl nach Schotts wie nach Krümmels Karten der Oberflächenströmungen südwärts setzende Strömung angenommen wird; die Salzgehaltsbestimmungen zeigen, dass das Wasser derselben Strömung angehört; die Stromversetzungen ergeben, dass von 10° N. Br. im Durchschnitt südostwärts setzender Strom vorhanden war (vergl. auch das meteorologische Journal, Bd. II, Aerologie). Wie ist nun die plötzliche Temperaturerhöhung von 25 auf 27° auf ca. 40 Seemeilen zu erklären? Es liegt nahe, einerseits die durchschnittlichen Windverhältnisse, andererseits das vom „Planet" geführte meteorologische Journal zu Rate zu ziehen, da wir wissen, in wie hohem Masse die Strömungen der Meeresoberfläche von den Strömungen der Atmosphäre beeinflusst werden. Die Februar-Tafel No. 21 des von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Atlas für den Atlantischen Ozean erweist nun, dass das fragliche Gebiet die Grenze des Nordostpassats und des Südwestmonsums resp. Südostpassats ist; wir sehen hier die Windpfeile bei 5° N. Br. genau gegeneinander gerichtet. Nehmen wir jetzt die Windbeobachtungen von der Fahrt des

*) Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, 2. Aufl., S. 415.
**) Annalen der Hydrographie, S. 402 u. ff.

„Planet", so ergibt sich, dass sowohl am 18. wie auch am 21. der Wind von Nordosten nach Südosten gedreht hat, dass auch am 22. südöstliche Dünung beobachtet wurde, dass also zeitweilig in dem Gebiet südöstliche Winde vorgekommen sind. Diese zeitweilig auftretenden Südostwinde haben einen Transport von Wasser aus südlicheren Breiten zur Folge, können jedoch wegen ihres vereinzelten Auftretens keinen gegen die von Nord andrängenden Wassermassen aufkommenden dauernden Strom erzeugen, bringen aber etwas von dem wärmeren Wasser südlicherer Breiten nordwärts, so eine sprunghafte Temperaturzunahme zustande bringend. Diese Vorgänge finden sich auch auf der Weltkarte der Strömungen von Schott, allerdings für einige Grade südlicher, durch die Strompfeile angedeutet.

Abgesehen von den sprunghaften Änderungen der Oberflächentemperatur im Mischwassergebiet (welche später erörtert werden), beobachteten wir eine starke Zunahme der Wassertemperatur beim Verlassen des Küstenwassers bei Durban am 14. V. 1906 nachmittags von 21.5° auf 24.6°, aber schon am nächsten Morgen war diese wieder auf 22.3° gesunken, am Morgen des 16. V. auf 20.3°, trotzdem wir uns in einem einheitlichen Stromgebiet, der Agulhasströmung, befanden. Vielleicht ist dies zurückzuführen auf das Abkurven der Strömung nach Südosten, wodurch Wasser der etwas tieferen Lagen an die Oberfläche tritt; hierauf deuten die Stromversetzungen vom 15. und 16.V., mittags, wo beide Male Versetzungen nach SSO mit 30 Seemeilen beobachtet wurden, indessen die Hauptstromrichtung SSW parallel der Küste gerichtet ist; der Salzgehalt änderte sich nur wenig.

Schliesslich ist noch auffallend die starke Zunahme der Oberflächentemperatur vom 22. V. 4p bis 24. V. 8a bei der Fahrt vom Slot van Capelle in 36° S. Br. nach Madagaskar; die Temperatur betrug am 22. V. 4p: 19.8°, am 23. V. 8a: 20.7°, am 23. V. 4p: 22.3° und am 24. V. 8a: 24.9° C. Die drei ersten Temperaturen waren mit einem Salzgehalt von ca. 35.6°/₀₀ verbunden, die hohe Temperatur vom 24.V. jedoch nur mit 35.1°/₀₀ Salzgehalt; Temperatur und Salzgehalt blieben bei den folgenden Beobachtungen ähnlich den Werten vom 24. V. 8a, die Stromversetzungen waren nur gering und sehr wechselnd. Wenn man sich die beobachteten Temperaturen in eine Strömungskarte einträgt, so erklärt sich die Zunahme der Temperatur und Abnahme des Salzgehalts zwanglos durch das Eindringen des Schiffs in das höher temperierte Wasser der längs der Ostküste Madagaskars nach Süden setzenden Strömung, deren Wasser z. T. durch das Küstenwasser angesüsst ist, z. T. auch weniger salzhaltig ist, da es aus niederen und östlicheren Gegenden stammt. Dass sich der Strom in den Besteckdifferenzen nicht mehr geltend machte, ist vielleicht auf die Lotungsarbeiten zurückzuführen, durch welche die Genauigkeit der Besteckrechnung leidet.

Einiges Interesse bieten noch die höchsten Temperaturen der Meeresoberfläche, die auf dem „Planet" beobachtet worden sind:

Im Atlantischen Ozean 29.3° C. in 6° N. Br. im Guineastrom.

Im Indischen Ozean 30.3 in 2° S. Br. westlich der Malediven.

Im Stillen Ozean 31.3 und 31.8 einige Seemeilen entfernt von den Hermit-Inseln.

Bei sämtlichen beobachteten Höchsttemperaturen herrschte Windstille und spiegelglatte See, die leichteste Kräuselung der Oberfläche verhindert das Zustandekommen dieser Temperaturen über 30° C.

4. Die Beobachtungen des Salzgehalts der Meeresoberfläche.

Über die Verteilung des Salzgehalts im Oberflächenwasser der Ozeane sind wir bei weitem nicht so gut unterrichtet wie über die Verteilung der Temperatur. Infolgedessen werden die meist zweimal täglich gemachten Bestimmungen des Salzgehalts an Bord des „Planet" für den Entwurf zukünftiger Karten der Salzgehaltsverteilung als brauchbares Material zu verwenden

sein, um so mehr, als sie durch die einwandfreie Methode der Chlortitrierung an Bord selbst gewonnen sind und somit im Gegensatz zu den Aräometerbestimmungen von den Schiffsschwankungen nicht ungünstig beeinflusst wurden. Die jüngste Darstellung der Salzgehaltsverteilung im Oberflächenwasser der Ozeane hat G. Schott 1902 gegeben*); ein Vergleich der von ,,Planet" gewonnenen Werte mit dieser Karte zeigt (ohne Berücksichtigung eventueller jahreszeitlicher Änderungen) folgendes:

Im Atlantischen Ozean wurden auf der Route Freetown-St. Helena südlich des Äquators etwas höhere Werte angetroffen, so z. B. 35.5‰ Salzgehalt in 5°, 36‰ in 7° S. Br.; im übrigen zeigten Karte und ,,Planet"-Messungen gute Übereinstimmung.

Im Indischen Ozean waren die Abweichungen, da der ,,Planet" seltener befahrene Gebiete berührte, etwas grösser. Südlich von Afrika wurden Werte unter 34‰ schon von 45° S. Br. angetroffen, dagegen südlich von Madagaskar Werte über 35.5‰, so dass hier wohl die beiden Gebiete über 35.5‰ Salzgehalt, welche auf der Schottschen Karte südlich von Madagaskar getrennt sind, verbunden werden können. Auf der Route nach Colombo wurde in 10° S. Br. die äquatoriale Zone minimalen Salzgehalts mit 34.4‰ angetroffen; da auch auf dem Kurs Madagaskar—Mauritius der Salzgehalt zeitweilig unter 35‰ sank, so kann angenommen werden, dass (wenigstens im Juni) sich die nach Westen verschiebende Zone salzarmen Wassers weiter östlich erstreckt wie auf der Schottschen Karte. An den Küsten des malayischen Archipel zeigten auch die ,,Planet"-Beobachtungen die starke Ansüssung der Oberfläche, südlich Java ist dies Gebiet unter 34‰ einzuschränken, da zwischen 8—10° S. Br. hier der Salzgehalt auf über 34‰ stieg.

Im Stillen Ozean wurden in der Nähe des Äquators meist Werte zwischen 34.0 und 34.5 beobachtet und auf der Fahrt Matupi-Yap in 5—9° N. Br. eine salzarme Zone von nur 33.8‰ Salzgehalt durchschnitten, so dass der Schluss berechtigt erscheint, dass die 34‰ Isohaline (vergl. die Karte von Schott sowie auch dessen Ausführungen**) zur Zeit des NO-Passats im Nordwinter bis zum 140.° Ö. L. von Osten nach Westen durchgreift. Auch auf der Weiterfahrt nach den Philippinen wurden bis 12° N. Br. Werte zwischen 34.0 und 34.5‰ Salzgehalt gemessen.

Es ergibt sich demnach, dass unsere Kenntnis über die Verteilung des Salzgehalts an der Meeresoberfläche noch keineswegs eine gesicherte ist, und dass wir namentlich über die jahreszeitliche Änderung desselben noch recht wenig wissen, da einige der Abweichungen, welche der ,,Planet" gefunden hat, wahrscheinlich darauf beruhen, dass die ,,Planet"-Messungen zu einer anderen Jahreszeit stattfanden als diejenigen, auf denen die Schottsche Karte basiert.

Wie bedeutend der Einfluss der Jahreszeit bezw. der trockenen oder regenreichen Windperioden auf den Salzgehalt der Meeresoberfläche ist, ergeben die nachfolgenden Beobachtungen aus ein und demselben engeren Gebiet des Bismarck-Archipels; die drei ersten Bestimmungen sind zur Zeit des relativ trockenen Südostmonsums geschöpft, die beiden letzten zur Zeit des regenreicheren Nordwestmonsums.

Zeit	S. Br.	Ö. L.	S.‰	Bemerkungen
12. X. 1906	3°45′	151°22′	34.79	Vor Beobachtung Regen.
7. XI. 1906	4°15.′5	152°15′	34.69	Südostmonsum
7. XI. 1906	2°50′	151°55′	34.69	
5. I. 1907	4°15.′5	152°15′	34.22	Nordwestmonsum-Zeit
5. I. 1907	3°55′	151°59′	33.86	Tagelang häufige Regenfälle.

*) Petermanns Mitteilungen 1902, Tafel 19.
**) A. a. O., S. 220.

Der Einfluss einzelner Regenfälle auf den Salzgehalt der Meersoberfläche ist im allgemeinen schwer in einer exakten Form anzugeben, da die Beobachtungen nicht an ein und demselben Ort ausgeführt werden, sondern das Schiff stetig seinen Ort verändert*). Man darf wohl annehmen, dass namentlich dann ein Einfluss sich zeigen wird, wenn die Oberfläche der See wenig bewegt ist, so dass keine Vermischung der Oberflächenschicht mit den tieferen Schichten stattfinden kann. Während sich bei den meisten ,,Planet"-Beobachtungen nach Regenfällen nicht mit Sicherheit eine Beeinflussung des Salzgehaltes der Oberfläche angeben lässt, scheint bei den nachfolgenden der Niederschlag den Salzgehalt z. T. beträchtlich herabgesetzt zu haben:

Zeit	Br.	Ö. Lg.	Temp.	Salzgeh. $^0/_{00}$	Bemerkungen	Regenhöhe 10a
1906 10. IX. 3¾p	0°3′ N.	137°53′	29.2	34.22	12 h 25—12 h 29 p. m. kurze Regenböe.	
1906 11. IX. 7¾a	0°16′ S.	139°5′	29.0	34.22	9 h 30—9 h 40 kurze Regenböe.	4 mm
1906 12. IX. 8a	0°53′ S.	140°40′	28.8	34.04	Heftige Regenschauer mehrfach nachts u. vormittags	24 mm
1906 12. IX. 4p	1°23′ S.	140°47′	28.7	33.98	—	
1906 13. IX. 8a	2°33′ S.	141°10′	28.5	34.09	—	
1906 13. IX. 4¼p	2°20′ S.	141°37′	29.0	34.56	—	
1906 14. IX. 8a	1°44′ S.	142°51′	28.9	34.72	—	
1906 14. IX. 4½p	1°39′ S.	143°18′	29.9	34.72	2 h 20 p. m. kurze Regenböe.	
1906 15. IX. 8¾a	1°42′ S.	144°36′	29.2	34.29	8 h 10—8 h 25 a. m. starke Regenböe.	20 mm
1906 15. IX. 3p	1°33′ S.	144°54′	31.8	34.69	—	

Besonders beweiskräftig für den Einfluss der Niederschläge auf den Salzgehalt ist die Beobachtung vom 15. IX., vormittags, wo kurz vor der Beobachtung in 15 Minuten 20 mm Regen fielen, und der Salzgehalt sich um 0.4$^0/_{00}$ geringer wie bei den vor- und nachher gemachten Beobachtungen ergab. Aber auch die Erniedrigung am 12. IX. ist wohl den starken Niederschlägen zuzuschreiben. Die Temperatur zeigt ebenfalls eine kleine Verminderung; die See war an diesen Tagen stets glatt. Auch die starke Erniedrigung des Salzgehalts am 13., 14. und 15. I. 1907 auf der Fahrt Matupi—Yap dürfte eine Folge der gewaltigen Niederschlagsmengen sein, die vom 12. I. nachmittags bis 13. I. nachmittags 94 mm Niederschlag lieferten (vergl. die Tabellen).

Über die tägliche Periode des Salzgehalts der Oberfläche des Meeres liegen noch keine Untersuchungen vor. Die Beobachtungen des ,,Planet" bei Erkundung des Walfischrückens, welche veranlasste, dass das Schiff sich tagelang in demselben Strömungsgebiet ohne grosse Ortsveränderung befand, deuten darauf hin, dass — wenigstens in diesem Gebiet — eine starke regelmässige periodische Änderung des Salzgehalts stattfindet. So ergibt das Mittel der Salzgehalt-Beobachtungen vom 26. III. bis 31. III. für 8^h morgens 35.60, für $4\frac{1}{2}^h$ nachmittags 35.40$^0/_{00}$, gleicherweise der Temperaturbeobachtungen 20.9 und 20.4° C. Dies deutet darauf hin, dass das durch Verdunstung im Laufe des Tages schwerer werdende Wasser in den Mittagstunden absinkt und kälteres, salzärmeres Wasser an die Oberfläche tritt. Derselbe Charakter in den Änderungen des Oberflächensalzgehalts zeigt sich noch mehrfach, so auf der Fahrt St. Marie—Mauritius.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass sich bei der Annäherung an Mauritius und Rodriguez, welche im Gebiet des stetigen Südostpassat liegen, deutlich an der Leeseite der Inseln das Phänomen des Auftriebs kenntlich machte, indem das Oberflächenwasser kälter und salzhaltiger wurde. Da die unter der Oberfläche liegende Schicht, wie unsere in diesen Breiten gemachten

*) Siehe hierüber Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. I, 2. Aufl., S. 364 und 365.

Serienbestimmungen zeigen, diese Eigenschaften aufweist, so dürfte daraus hervorgehen, dass hier Tiefenwasser an die Oberfläche tritt als Ersatz des von Land fortgeführten Oberflächenwassers. Am deutlichsten prägte sich die Erscheinung an der Nordseite von Rodriguez aus, wo die Temperatur gegen den vorhergehenden Tag um 1.5° C. sank und der Salzgehalt um etwa 0.5°/₀₀ zunahm.

5. Die Beobachtungen der Meeresoberfläche im Mischwassergebiet südlich von Kapstadt.

Der Vorstoss nach Süden, welchen der „Planet" nach dem Verlassen von Kapstadt machte, und die Rückkehr nach Norden, führte uns zweimal durch das vornehmlich von Toynbee und Schott eingehend untersuchte Mischwassergebiet, wo die warme Agulhas-Strömung mit der kalten Westwinddrift zusammenstösst, zersplittert und schliesslich vernichtet wird. Ebenso wie den anderen Expeditionen bot sich auch uns reichlich Gelegenheit, das fingerförmige Ineinandergreifen der warmen salzhaltigen und kalten salzärmeren Schichten zu beobachten. Das Ergebnis der hier in kürzeren Intervallen angestellten Beobachtungen ist in Tafel 33 wiedergegeben, welche den Zusammenhang zwischen der Temperatur, dem Salzgehalt und der hieraus resultierenden Dichte veranschaulicht*). Hatte v. Schleinitz auf der „Gazelle"-Expedition**) schon festgestellt, dass im Mischwassergebiet die Änderungen der Wassertemperatur stets von Änderungen des Salzgehalts begleitet waren, so war er infolge der derzeitigen unvollkommenen Bestimmungen der Dichte doch zu dem falschen Schluss gekommen, dass die Änderungen der Temperatur und des Salzgehalts sich gegenseitig in ihrer Wirkung auf die Dichte kompensierten, dass diese also an den Änderungen nicht teilnehme. Schott***) hat auf seiner Reise mehrfach Gelegenheit gehabt, Beobachtungen im Mischwassergebiet zu machen und diese Änderungen in der Dichte festzustellen und kommt zu dem folgenden Ergebnis: „Das Gewicht des Seewassers variiert zwischen 1.0269 und 1.0251, und zwar ganz unregelmässig, indem manchmal die Temperatur, manchmal der Salzgehalt für das wechselnde Steigen oder Fallen des absoluten spezifischen Gewichts massgebend war."

Die Beobachtungen des Verf. vom „Planet" beruhen auf Bestimmungen des Salzgehalts mittels Chlortitrierung, während diejenigen Schotts sich auf Aräometerbeobachtungen stützten. Der Vorteil der verbesserten Methode ergibt sich aus einer Betrachtung der Tafel 33: Die Unregelmässigkeit in den Änderungen der Dichte ist verschwunden. Das Sinken der Temperatur ist immer begleitet von einem Sinken des Salzgehalts mit der Wirkung, dass eine Zunahme der Dichte erfolgt und umgekehrt. Die Temperatur ist also stets der ausschlaggebende Faktor, oder die Verringerung des Salzgehalts des Wassers wird stets überkompensiert durch eine Verringerung der Temperatur. Interesse bieten die beiden grössten beobachteten Sprünge, der erste auf der Fahrt nach Süden, der zweite auf der Fahrt nach Norden beobachtet:

Datum	Zeit	Breite	Länge	t_ω	S. °/₀₀	σ_t	Bemerkungen
17. IV. 1906	3p 30	40°4′ S.	20°12′ Ö.	20.7	35.52	24.99	tw 5¹⁰p: 19.5
17. IV. 1906	8p 0	40°19′ S.	20°46′ Ö.	13.6	35.14	26.40	
28. IV. 1906	8a 45	42°21′ S.	31°0′ Ö.	10.4	34.51	26.52	
28. IV. 1906	6½p	41°9′ S.	31°16′ Ö.	16.1	35.43	26.07	

*) Die Temperaturbeobachtungen der Brücke zeigen kleine Abweichungen — gerade hier in diesem Gebiet, wo die Temperatur-Differenzen zwischen Atmosphäre und Meer sehr hohe Beträge erreichen (9.5° C. am 17. April 1906), muss die Beobachtung sehr sorgfältig gemacht werden; auch können kleine Unterschiede in der Beobachtungszeit erhebliche Differenzen veranlassen.

**) Forschungsreise der „Gazelle", II., S. 12 und Ann. d. Hydr. 1875. S. 409 u. ff.

***) Schott, Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise zur See, Pet. Mitt., Erg.-H. 109, 1903, S. 42, 43, und „Valdivia"-Werk, Bd. 1, Ozeanographie.

Bei dem ersten Sprung am 17. IV. beträgt die Änderung der Dichte innerhalb weniger Stunden 15 Einheiten der dritten Dezimale, während die Änderung bedeutend geringer ist beim Sprung am 28. IV. Dieses ist verursacht durch die entgegengesetzt wirkenden Änderungen des Salzgehalts, welche am 17. IV. relativ gering sind, relativ gross dagegen am 28. IV; ausschlaggebend für die Dichte ist aber stets die Änderung der Temperatur.

Die Ausführungen Schotts*), dass nach den vorliegenden Beobachtungen ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den physikalisch-chemischen Eigenschaften und der Farbe des Meeres nicht besteht, werden auch durch die ,,Planet"-Beobachtungen bestätigt. Bei beiden oben erwähnten Sprüngen in Temperatur und Salzgehalt ist keine Änderung der Farbe eingetreten. ,,Planet" fand reinstes Blau (0⁰/₀) in hoher Breite bei niedriger Temperatur und geringem Salzgehalte; auf dem südöstlichen Kurse herrschte blau-graue Färbung (etwa 5⁰/₀ der Forel-Skala), auf dem nördlichen Kurse grünblaue Färbung (etwa 10⁰/₀ der Forel-Skala), zwischen 35 und 45⁰ S. Br. vor. Häufig war die Feststellung der Farbe infolge der aufgewühlten See und des dunklen Himmels sehr erschwert.

Hingewiesen sei hier auch auf die beobachteten Stromversetzungen**) im Mischwassergebiet. So wurde vom 17. zum 18. April auf etwa 40⁰ S. Br. eine Versetzung von 51 Sm nach N 13⁰ O beobachtet, gerade an der Grenze zwischen Agulhas-Strom und Westwinddrift. Ferner zeigen die Beobachtungen auf der Fahrt nach Durban deutlich das Abkurven der Agulhasströmung nach Südosten mit Versetzungen von 32—46 Sm.

6. Farbe und Durchsichtigkeit des Meeres.

Die Bestimmung der Farbe des Meerwassers nach der Forel-Skala bot oft grosse Schwierigkeiten, wenn das Wasser grau-blaue Tönung aufwies, Färbungen, welche namentlich bei bedecktem Himmel eintraten — erschwerend kam noch hinzu, dass die Skala bald unbrauchbar wurde, und eine neu herausgesandte Skala den ,,Planet" erst in Colombo erreichte. Vergleicht man die durch den ,,Planet" beobachteten Farben mit der von Schott für den Atlantischen und Indischen Ozean entworfenen Karte der Verteilung der Wasserfarbe***), so zeigen sich nur geringe Abweichungen. So wurde südlich von Madagaskar die Farbe des Wassers meist tiefblau (0—1⁰/₀ gelb) gefunden, während die Karte hier blau-grüne Farbe angibt, ebenso wurde südlich von Java ziemlich intensives Blau beobachtet (1—2⁰/₀). Auf der Strecke Colombo-Padang wurde meist 2⁰/₀ geschätzt, während die Karte tiefstes Blau (0⁰/₀) verzeichnet; der freigelassene Raum östlich von Madagaskar wird am besten mit 0—2⁰/₀ ausgefüllt. Nördlich von Neu-Guinea über Yap und östlich der Philippinen wurde fast stets tiefstes Blau notiert (0⁰/₀); nirgends war das Blau so lange Zeit so intensiv wie in diesen Gebieten des Stillen Ozeans, sofern man nicht Verfärbungen in Nähe von Land hatte.

Die in der unten folgenden Tabelle zusammengestellten Beobachtungen der Durchsichtigkeit des Meerwassers (Tiefe des Verschwindens einer weissgestrichenen Scheibe von ½ m ∅) ergeben als grösste Sichtigkeit 45 m, als geringste 16 m. Die Maxima der Sichtigkeit finden wir südlich von Java und in den äquatorialen Gebieten des Stillen Ozeans, wo die Farbe des Meeres stets 0—1⁰/₀ betrug; die Minima vorzugsweise in den hohen südlichen Breiten und in den Rossbreiten des Nordatlantischen Ozeans. Bei Beobachtung der Sichttiefe waren oft die starken Bewegungen des Schiffes hinderlich; zum Teil wird auch die Sichttiefe selbst durch den Wellenschaum herabgedrückt.

*) ,,Valdivia"-Werk, Bd. I, Ozeanographie, S. 229.
**) Siehe Meteorologisches Tagebuch (Bd. II).
***) ,,Valdivia"-Werk, Bd. I, Ozeanographie, Tafel 36.

Zusammenstellung der Sichttiefen-Beobachtungen.

Station No.	Breite	Länge	Sichttiefe m	Station No.	Breite	Länge	Sichttiefe m
	Atlantischer Ozean.			73	31°28′ S.	32°13′ Ö.	29
1	46°52′ N.	7°4′ W.	25	74	31°49′ S.	32°55′ Ö.	28
2	41°19′ N.	11°31′ W.	30	82	36°48′ S.	41°40′ Ö.	22
3	35°58′ N.	7°54′ W.	22	98	24°24′ S.	48°42′ Ö.	39
5	34°46′ N.	11°9′ W.	23	120	16°29′ S.	51°48′ Ö.	29
6	30°5′ N.	20°45′ W.	22	124	17°52′ S.	63°55′ Ö.	30
7	24°20′ N.	22°37′ W.	22	127	8°45′ S.	64°52′ Ö.	29
8	19°38′ N.	23°0′ W.	19	144	1°52′ N.	74°45′ Ö.	33
11	6°57′ N.	15°15′ W.	36	158	0°44′ N.	97°16′ Ö.	29
15	4°37′ N.	9°52′ W.	28	163	5°6′ S.	102°37′ Ö.	**45**
16	2°40′ N.	6°24′ W.	33	179	9°36′ S.	111°36′ Ö.	39
18	1°35′ N.	5°9′ W.	32				
21	4°51′ S.	4°53′ W.	24		**Stiller Ozean.**		
24	9°31′ S.	5°45′ W.	32	194	0°17′ S.	139°5′ Ö.	36
25	16°37′ S.	4°40′ W.	32	214	3°45′ N.	145°2′ Ö.	29
30	21°14′ S.	3°30′ Ö.	25	215	7°31′ N.	141°5′ Ö.	42
40	24°19′ S.	7°25′ Ö.	22	217	8°58′ N.	139°52′ Ö.	39
	Indischer Ozean.			224	7°36′ N.	132°4′ Ö.	41
54	39°57′ S.	20°7′ Ö.	18	256	19°2′ N.	117°43′ Ö.	*16*
56	42°55′ S.	22°53′ Ö.	*16*				

7. Die beobachteten Unterschiede zwischen Luft- und Wassertemperatur.

Bei Bestimmung der Temperatur der Meeresoberfläche (in der Regel um 8 Uhr morgens und 4 Uhr nachmittags) wurde meist vom Verf. auch das Aspirationspsychrometer abgelesen; nur die ersten Bestimmungen der Temperatur beruhen auf Ablesungen eines in Luv aufgehängten einfachen Thermometers. Es erscheint lohnend, die Einzelwerte, in Gruppen vereinigt, zu betrachten, namentlich im Vergleich zu den von Köppen*) diskutierten Mittelwerten, welche auf Schiffsbeobachtungen gewöhnlicher Thermometer beruhen, und den von Schott**) beobachteten Ablesungen des Aspirationspsychrometers. Die Zusammenfassung in Gruppen geschah teils unter Berücksichtigung der natürlichen Abgrenzung durch Äquator, Wendekreis etc., teils unter Berücksichtigung der Grössenordnung der Unterschiede zwischen Luft und Wassertemperatur. Das Zeichen — bedeutet in der nachfolgenden Tabelle, dass die Luft kälter, +, dass sie wärmer wie die Oberfläche des Wassers gewesen ist.

Abschnitt des Reisewegs	Mittel C.°	Anzahl der Beob.
Nordatlantischer Ozean 48° N. Br. bis 23½° N. Br.	— 1.39	26
,, ,, 23½° N. Br. bis Äquator	— 1.04	27
Südatlantischer Ozean Äquator bis 23½ S. Br.	— 0.72	28

*) Ann. d. Hydrographie, XVIII, 1899, S. 445—454.

**) Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise zur See, Pet. Mitt. Ergänz.-H. 109, 1903, S. 106 u. ff.

Abschnitt des Reisewegs		Mittel C. ⁰	Anzahl der Beob.
Südatlantischer Ozean	23½⁰ S. Br. bis 38⁰ S. Br. .	— 0.25	23
Indischer Ozean	39⁰ S. Br. bis 51⁰ S. Br. bis 39⁰ S. Br.	— 2.07	25
,, ,,	39⁰ S. Br. über Durban bis 36⁰ S. Br.	+ 0.52	22
,, ,,	36⁰ S. Br. bis 23½⁰ S. Br. . . .	— 0.83	14
,, ,,	23½⁰ S. Br. bis Colombo	— 1.30	41
,, ,,	Colombo bis Lombokstrasse . . .	— 0.93	43
Stiller Ozean	Lombokstrasse bis Salwattistrasse .	— 0.50	16
,, ,,	Nord von Neu-Guinea bis Äquator .	— 1.65	31
,, ,,	Äquator bis Manila	— 1.02	34
,, ,,	Manila bis Hongkong	— 1.70	9

Im Grossen zeigen die Beobachtungen vom ,,Planet" zunächst die Bestätigung der aus den Segelhandbüchern der Deutschen Seewarte und durch die Arbeiten von Köppen und Schott bekannten Tatsache, dass die Meeresoberfläche fast stets wärmer ist wie die darüber lagernde Luft. Da die Beobachtungen der Lufttemperatur (mit Ausnahme des ersten Mittels) sämtlich auf Aspirationspsychrometer-Ablesungen beruhen, welche den Einfluss der Strahlung des Schiffskörpers ausschalten, so sind die Differenzen zwischen Luft- und Wassertemperatur hier im allgemeinen etwas grösser wie diejenigen, welche Köppen aus den Schiffsbeobachtungen berechnet. Der auffälligste Wert, den die Zusammenstellung aufweist, ist zweifellos der positive Unterschied zwischen Luft- und Wassertemperatur im südwestlichen Teil des Indischen Ozeans, südöstlich von Afrika, wo auf der Fahrt von 39⁰ S. Br. bis Durban und alsdann wieder von Durban bis 36⁰ S. Br. die Luft im Durchschnitt um 0.5⁰ C. wärmer war wie das Meer, eine Tatsache, welche nicht in Einklang steht mit der von Köppen gegebenen Karte des Jahresmittels des Temperaturunterschiedes ,,Luft minus Wasser"*) und mit den vom Londoner Meteorologischen Institut herausgegebenen Karten**). Köppen fand, dass im südwestlichen Teil des Indischen Ozeans die Wassertemperatur mit wachsender geographischer Breite schneller abnimmt wie die Lufttemperatur, und j e n s e i t s von 40⁰ Br. die letztere die erstere übertrifft; er führt zur Bestätigung unter anderem die Ergebnisse der englischen Untersuchungen an, welche sagen, dass in diesem Gebiet nördlich von 41⁰ S. Br. die Luft kälter, südlich davon wärmer wie die Meeresoberfläche ist. Eine Betrachtung der vom Londoner Meteorologischen Institut herausgegebenen Karten ergibt, dass die jahreszeitlichen Unterschiede der Meeresoberflächen-Temperatur hier ziemlich bedeutend sind; diese beträgt z. B. in 36⁰ S. Br., 30⁰ Ö. L. im Februar 22.2⁰ C., im August 17.2⁰ C. und war Anfang Mai, als der ,,Planet" das Gebiet kreuzte, der Jahreszeit entsprechend, im Abnehmen begriffen. Eine Betrachtung der während dieser Zeit herrschenden Winde ergab ferner, dass vom 30. IV. bis 4. V. und auch vom 15. V. bis 19. V. (Zeitraum, in dem die Luft vorwiegend wärmer wie die See war) stetig nordöstlich bis nördliche Winde bis Stärke 6 wehten; diesen überaus stetigen, kräftigen, aus warmen Gegenden wehenden Winden***) dürfte wohl in der Hauptsache das Überwiegen der Lufttemperatur über die Meeresoberflächentemperatur zuzuschreiben sein.

Die grössten Unterschiede zwischen Luft- und Meeresoberfläche fanden wir südlich von 38⁰ S. Br.; so betrug am 17. IV. die Temperatur der Luft 10.8⁰, die der See 20.3⁰ C., die Luft war also um 9.5⁰ kälter wie das Meer! Da heftiger Südweststurm herrschte, so ist dies als eine Folge

*) A. a. O., S. 151.

**) Met. Charts of the Ocean District adjacent to the Cape of Good Hope, London 1882.

***) Siehe auch das Meteorologische Journal, Bd. Aerologie.

des Transports der kalten, im Süden über der Westwinddrift befindlichen Luft nach dem Gebiet der warmen Agulhasströmung anzusehen. Da diese Winde vorherrschen, so ergibt sich für dieses ganze Gebiet südlich von 39° Br. als mittlerer Unterschied der hohe Betrag von — 2.07° C. (Mittel aus 25 Beobachtungen).

Vergleicht man die „Planet"-Beobachtungen mit denjenigen von Schott (1891/92)*), so zeigt sich übereinstimmend ein kleinerer Unterschied in der gemässigten Zone des Nordatlantischen Ozeans gegen die tropische Zone. Während aber im Südatlantischen Ozean Schott sowohl in der tropischen Zone wie in der gemässigten Zone grössere Unterschiede zwischen Luft- und Wassertemperatur fand wie im nordatlantischen Gebiet, wurden auf dem „Planet" in beiden Zonen kleinere Werte gefunden; Schott kommt zu der Schlussfolgerung, dass auf gleicher tropischer Breite das südatlantische Wasser eine grössere natürliche Wärmequelle darstellt als das nordatlantische, besonders in den Breiten von 10° bis zum Wendekreise. Verf. glaubt, die sehr viel geringeren Unterschiede, welche der „Planet" in der kalten Benguela-Strömung gefunden hat, gegenüber den Unterschieden im Nordatlantischen Ozean, lassen diesen Satz noch anfechten, selbst wenn man die höher temperierten warmen Strömungen des westlichen Teiles des Südatlantischen Ozeans in Rücksicht zieht, doch dürfte zu einer endgültigen Festlegung ein weit erheblicheres Material erforderlich sein wie das vorliegende. Bei der Fahrt entlang der Südwestküste Afrikas (Rubrik 23½° S. Br. bis 38° S. Br.) war der Unterschied nur —0.25, eine Folge der durch Auftrieb abgekühlten Meeresoberfläche.

Wieder in Übereinstimmung mit den Beobachtungen Schotts ergibt sich für den tropischen Teil des Indischen Ozeans ein grösserer Unterschied zwischen Luft- und Wassertemperatur wie für den tropischen Atlantischen Ozean. Da der tropische Indische Ozean eine in sich geschlossene Zirkulation ohne Zufuhr kalter Strömungen aufweist**), so ist seine Oberflächentemperatur in den Tropen im Mittel höher wie diejenige der anderen Ozeane, und analog der Wassertemperatur ist auch die Lufttemperatur entsprechend höher. Dass der Unterschied zwischen Luft- und Wassertemperatur grösser wie im Atlantischen Ozean ist, möchte ich auf die grössere Niederschlagshäufigkeit der Tropen des Indischen Ozeans gegenüber den tropischen Gebieten des Atlantischen Ozeans zurückführen. Diese geht einerseits aus einem Vergleich der Karten der von der Deutschen Seewarte herausgegebenen Atlasse für die betreffenden Ozeane hervor, andererseits auch aus den Niederschlagsbeobachtungen des „Planet" in den einzelnen Gebieten. Bei fast allen Differenzen zwischen Luft- und Seetemperatur, welche 2° und 3° C. überschreiten, finden wir im meteorologischen Journal Niederschläge vorher oder zur Zeit der Beobachtung verzeichnet, durch welche, wie Schott sehr treffend ausführt, die Lufttemperatur stark, die Meeresoberflächentemperatur dagegen nur wenig beeinflusst wird. Fehlen in den Tropen eine zeitlang die Niederschläge (wie z. B. auf der Strecke Colombo-Padang), so sind die Differenzen bedeutend kleiner, wie wenn die Niederschläge häufig und stark sind. Die kräftigen Niederschläge sind es auch, welche die Differenz Luft- minus Seetemperatur im Gebiet an der Nordküste von Neu-Guinea auf —1.65° erhöhen; auf der Strecke Lombokstrasse bis Salwattistrasse (im australischen Mittelmeer) sind nur geringe Niederschläge verzeichnet, demzufolge ist der Unterschied zwischen Luft und Meeresoberfläche auch nur — 0.50°, also weniger wie ein Drittel des nördlich von Neu-Guinea festgestellten Betrages. Eine Einsicht in die Zusammenstellung der Oberflächenbeobachtungen, denen einige meteorologische Beobachtungen beigefügt sind, liefert zahlreiche Beispiele zu obigem***).

*) A. a. O., S. 107.

**) Vergl. auch Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. 1, 2. Aufl., S. 403 u. ff.

***) Vergl. auch die Untersuchungen von C. Seemann in Ann. d. Hydr., 1892, S. 57 ff.

8. Die Beobachtungen der relativen Feuchtigkeit der Luft.

Die Beobachtungen der relativen Feuchtigkeit, welche mittels des Aspirationspsychrometers meist um 8 Uhr vormittags und um 4 Uhr nachmittags gemacht wurden, sind nebst der Angabe des Standes des feuchten Thermometers in den vorstehenden Tabellen enthalten. Eine Hinzuziehung der Angaben des Standpsychrometers auf der Brücke ergab so grosse Abweichungen, dass es zweckmässig erschien, die trotz des Jalousiekastens oft durch Strahlung oder andererseits durch mangelnde Ventilation beeinflussten Angaben gänzlich beiseite zu lassen; auch die Angaben des Haarhygrographen waren nicht zu verwerten, da die Registrierungen infolge der Schiffsbewegungen zu ungenau waren. Wenngleich sich auch aus den vereinzelten Feuchtigkeitsbestimmungen nur schwer weitergehende Schlüsse ziehen lassen, so schien es doch lohnend, die einzelnen Beobachtungen nach Windgebieten zusammenzufassen.

Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit, nach Windgebieten zusammengefasst.

Windgebiet	Grenzen längs des Reiseweges	Mittlere Feuchtigkeit in %	Zahl der Beobachtungen	Bemerkungen
Atlantischer Ozean.				
Nordostpassat	32° bis 8° N. Br.	68	11	Beobachtungen zwischen 24° bis 8° N. Br.
Südwestmonsun und Calmen	7° N. Br. bis 2° S. Br.	80	18	
Südostpassat	2° bis 29° S. Br.	77	41	
Indischer Ozean.				
Westwinde	südlich von 41° S. Br.	79	20	
Stetige Nordostwinde	38° S. Br. über Durban bis 36° S. Br.	86	22	
Südostpassat mit Stillen-Gürtel	22° bis 1° S. Br.	75	29	
Übergang zum Südwestmonsun	1° S. Br. bis Colombo	81 } 80	8	Vorwiegend schwache Nordwestwinde.
Südwestmonsun	Colombo bis 2° N. Br.	79 }	12	
Stiller Ozean.				
Südostpassat	Amboina bis Matupi	76	30	
Nordostpassat	Äquator bis Manila	78	46	

Am meisten Interesse beanspruchen die am weitesten auseinanderliegenden Mittelwerte der Feuchtigkeit: 68% im atlantischen Nordostpassat und 86% im Gebiet stetig wehender Nordostwinde*) südöstlich von Durban. Die abnorme Trockenheit des Nordostpassats im östlichen Atlantischen Ozean ist von Schott, welcher auf seiner Segelschiffreise einen gleich niedrigen Mittelwert von 66% Feuchtigkeit gefunden hat, schon erörtert worden**); sie ist verursacht durch die Nähe der afrikanischen Wüstengebiete, deren trockene Luft, bei überwiegender östlicher Komponente des Passats im Winter (siehe das meteorologische Journal), auf das Meer hinausgelangt. Dass der Passat bei vorwiegend nördlicher Richtung höhere Feuchtigkeit aufweist, zeigen die Beobachtungen von Schott auf der „Valdivia“-Expedition***).

*) Nur zur Zeit, als der „Planet“ das Gebiet passierte, sonst Januar Ostwinde, Juli veränderliche Winde.

**) Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise zur See. Pet. Mitt. Erg.-H. 109, 1893. S. 110 ff.

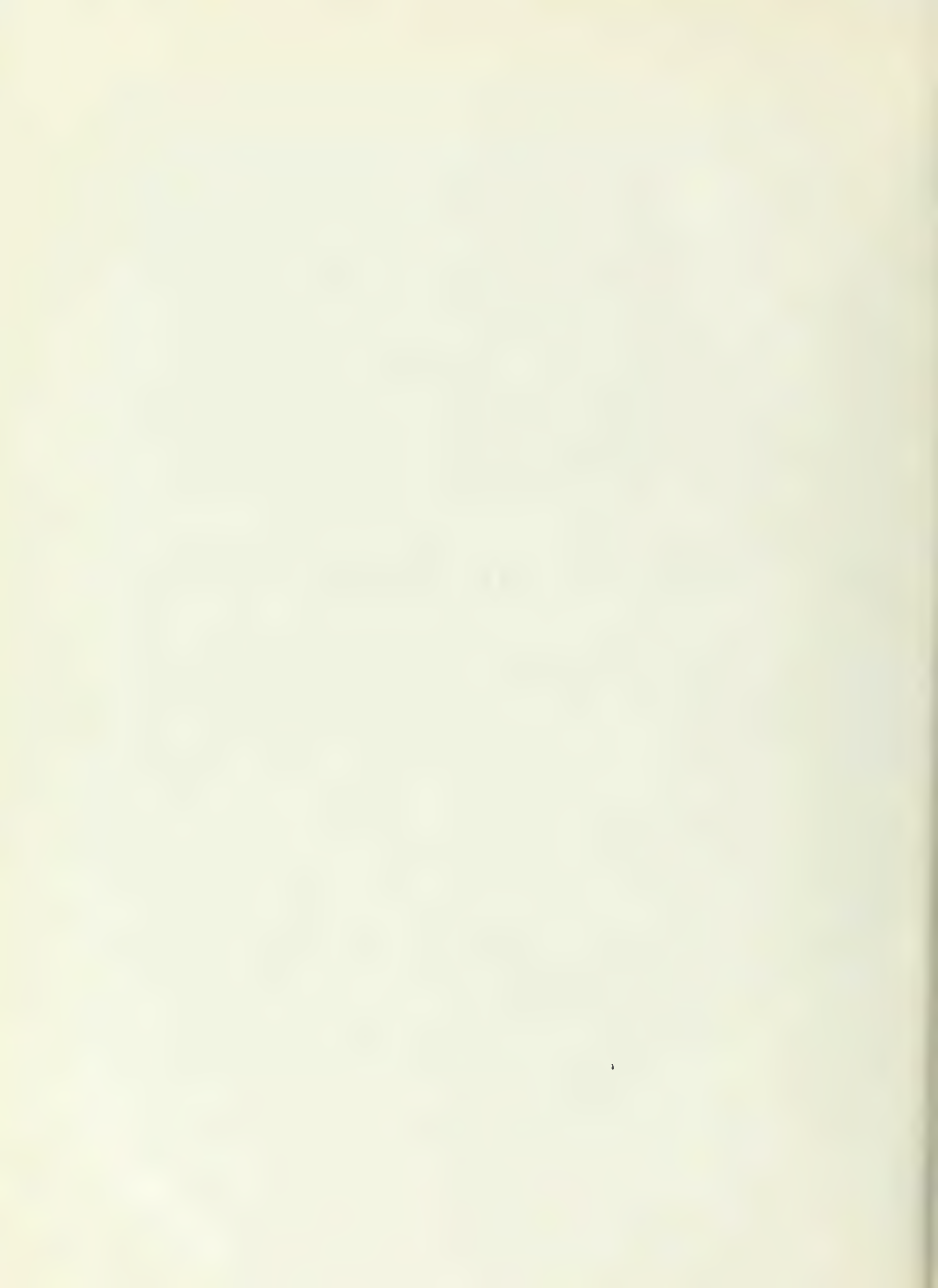
***) „Valdivia“-Werk, Bd. I, Ozeanographie, S. 387.

Die grosse Feuchtigkeit von 86% als Mittelwert von 22 Beobachtungen südöstlich von Durban ist überraschend. Die Beobachtungen umfassen denselben Teil des Reisewegs, für den wir im vorigen Abschnitt bei der Erörterung des Unterschieds zwischen Luft- und Wassertemperatur gefunden hatten, dass die Luft w ä r m e r wie die Meeresoberfläche war. Da die Luft demgemäss einer Abkühlung durch die Meeresoberfläche unterliegt, so wird ihre relative Feuchtigkeit zunehmen müssen, so dass wir hier höhere Feuchtigkeit gemessen haben, wie in den niederschlagreichen südlicheren Breiten (79%) und in den Tropen (80%).

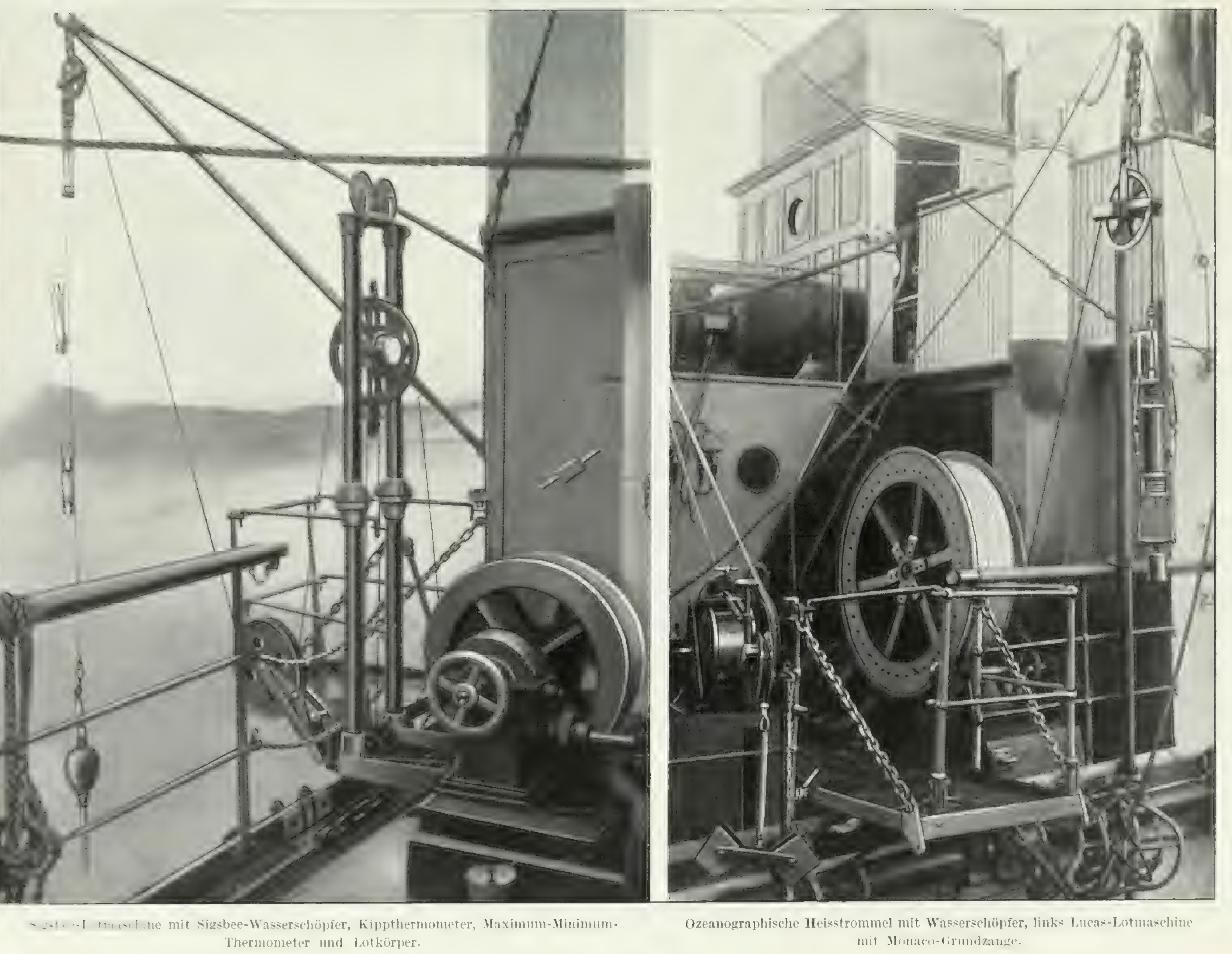
Sämtliche anderen Mittelwerte der Feuchtigkeit bewegen sich zwischen 75 und 81%; am trockensten erwies sich der Südostpassat des Indischen Ozeans (75%), etwas feuchter der Südostpassat des SüdatlantischenOzeans (77%), während der Südwestmonsun im äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans und im nördlichen Indischen Ozean etwa 80% Feuchtigkeit aufweisen.

Das absolute Minimum und Maximum der relativen Feuchtigkeit wurden dicht beieinander im Mischwassergebiet 40—42° S. Br. beobachtet. Das Minimum mit 59% am 17. IV. 1906, als kalte Luft (12.2°) über das warme Agulhasstromwasser (20.7°) fortgeführt und erwärmt wurde, das Maximum mit 98%, als die Temperatur der Meeresoberfläche am 19. IV. auf 9.9° C. gesunken war, während die Temperatur der Luft noch 11.4° C. betrug — die Luft also wärmer wie das Wasser war und der Abkühlung unterlag.

Tafeln zu Band III



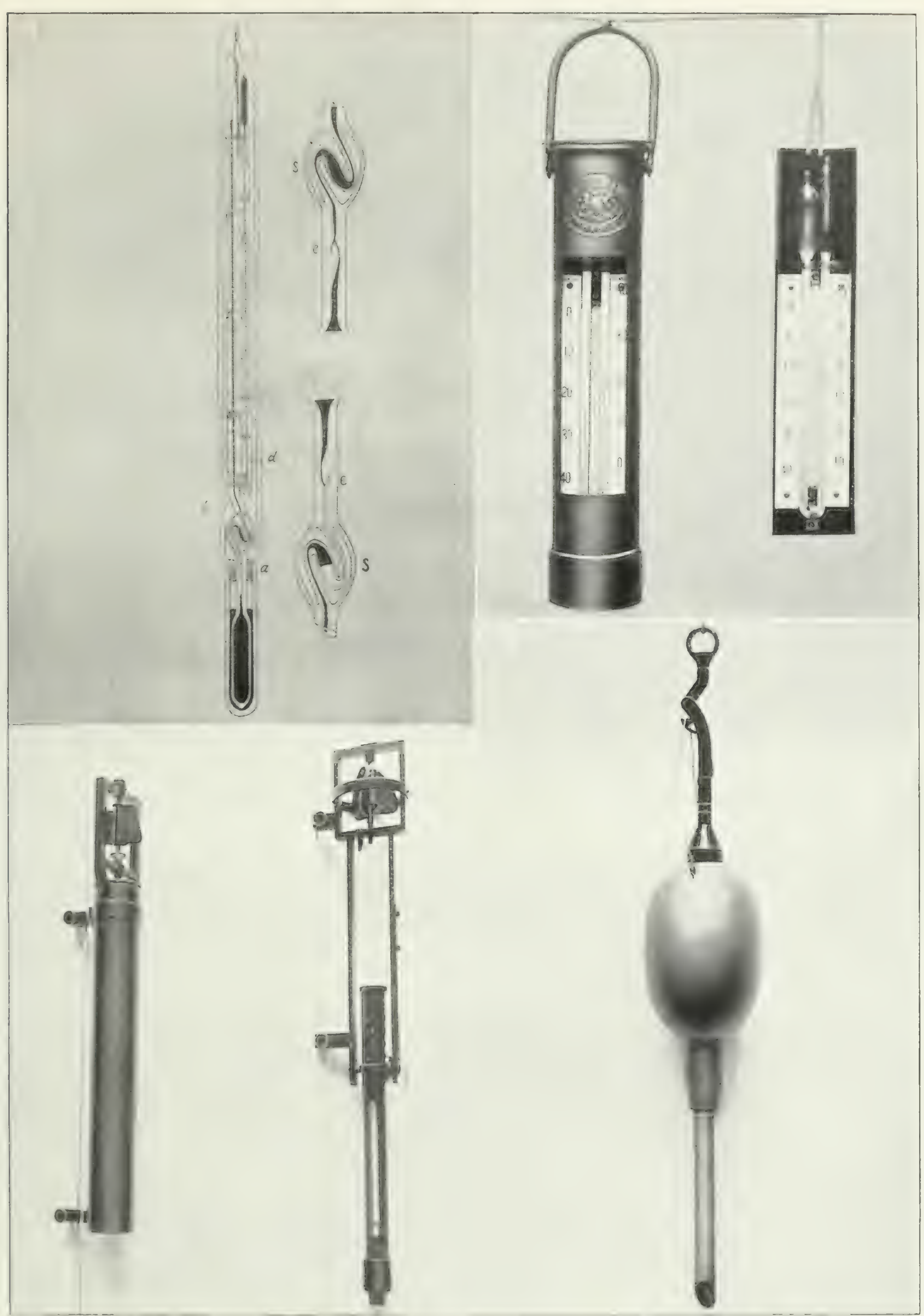
Tafel 1



Sigsbee-Lotmaschine mit Sigsbee-Wasserschöpfer, Kippthermometer, Maximum-Minimum-Thermometer und Lotkörper.

Ozeanographische Heisstrommel mit Wasserschöpfer, links Lucas-Lotmaschine mit Monaco-Grundzange.





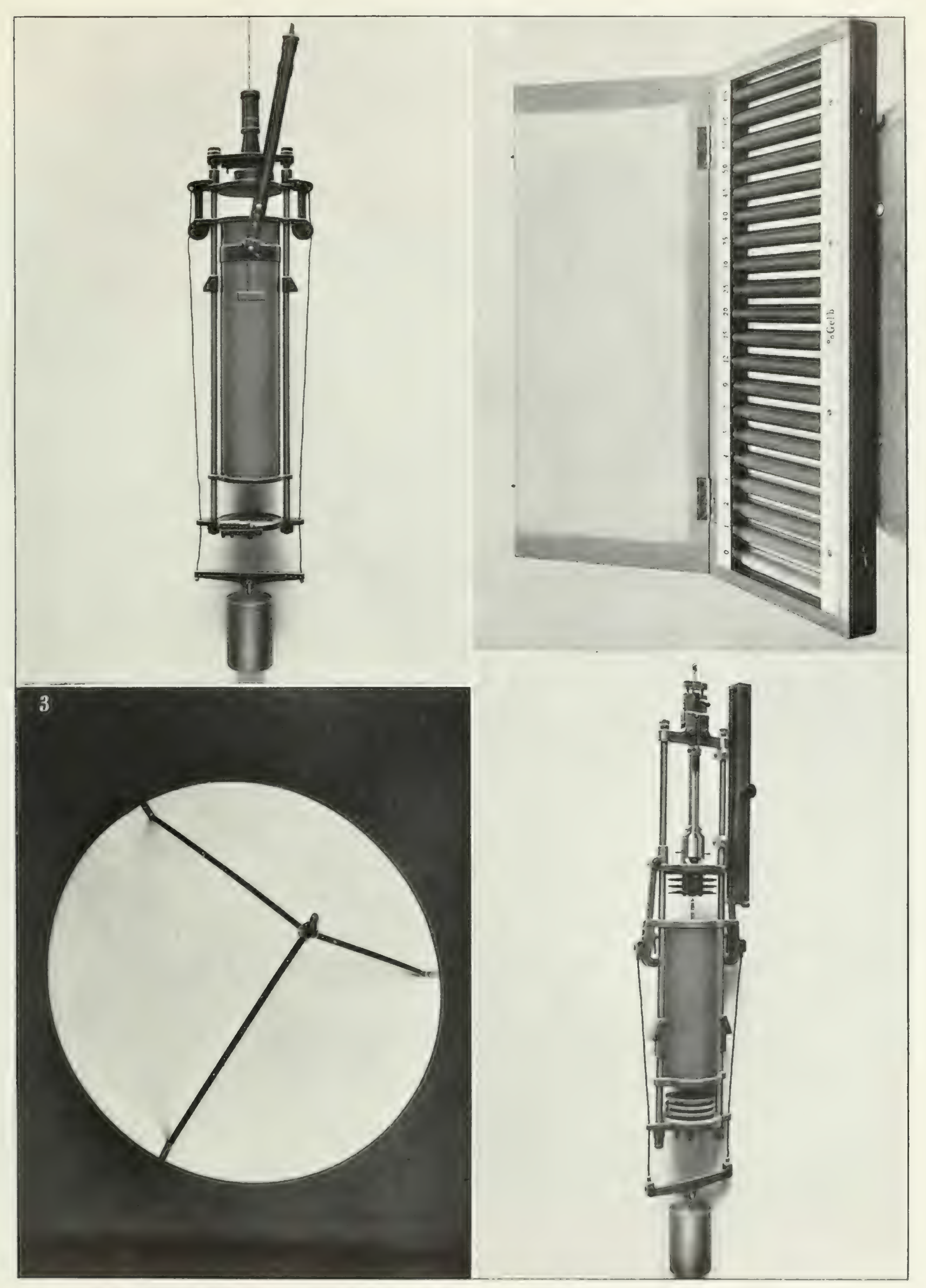
1. Kipp-Thermometer von Richter-Berlin. a Korkwand, b Hauptthermometer, d. Korrektionsthermometer, S Einzelheiten der Abreissvorrichtung, e Abreissstelle. Die Figur rechts unten veranschaulicht den Moment des Abreissens kurz nach Auslösung des Thermometers.

2. Maximum-Minimum-Thermometer

3. Wasserschöpfer nach Sigsbee. Kipp-Thermometer im Magnaghischen Rahmen (beim Heraufkommen

4. Sigsbee-Lotspindel mit Schlammröhre und grossem Lotgewicht welches bei der Grundberührung abfällt





1. Wasserschöpfer nach Krümmel.
2. Farbenskala nach Forel
3. Sichtigkeitsscheibe.
4. Wasserschöpfer nach Pettersson-Nansen.





Registrie

von Sch

b

f

e

a

g

g

k

b

h

i

1 0 1 2 3 4

1. VIII. 1906. 3. Versuch (1200 m)

V VI IV III II I

d e f c

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200

… 5 6 7 8 9 10 cm.





Lotungen an der Ostküste von Ma

Forschungsreise S.M.S. „Planet." Ozeanographie.

Madagaskar

K. East

Antongil B.

St. Marie I.

Tamatave

Matatane

Ft. Dauphin

A

A'

B

B'

15°
16°
17°
18°
19°
20°
21°
22°
23°
24°
25°
26°

46°
47°
48°
49°
50°
51°
52°

4568
1.1

1887
2.8

1313
4.0

2108
2.8

2525
2.3

3920
1.3

4183
1.2

4660
1.1

4462

4111
1.3

3491
1.7

1990
2.8

2100
2.6

2923
2.2

3220
1.8

3752
1.3

4200

4297

4029

4571

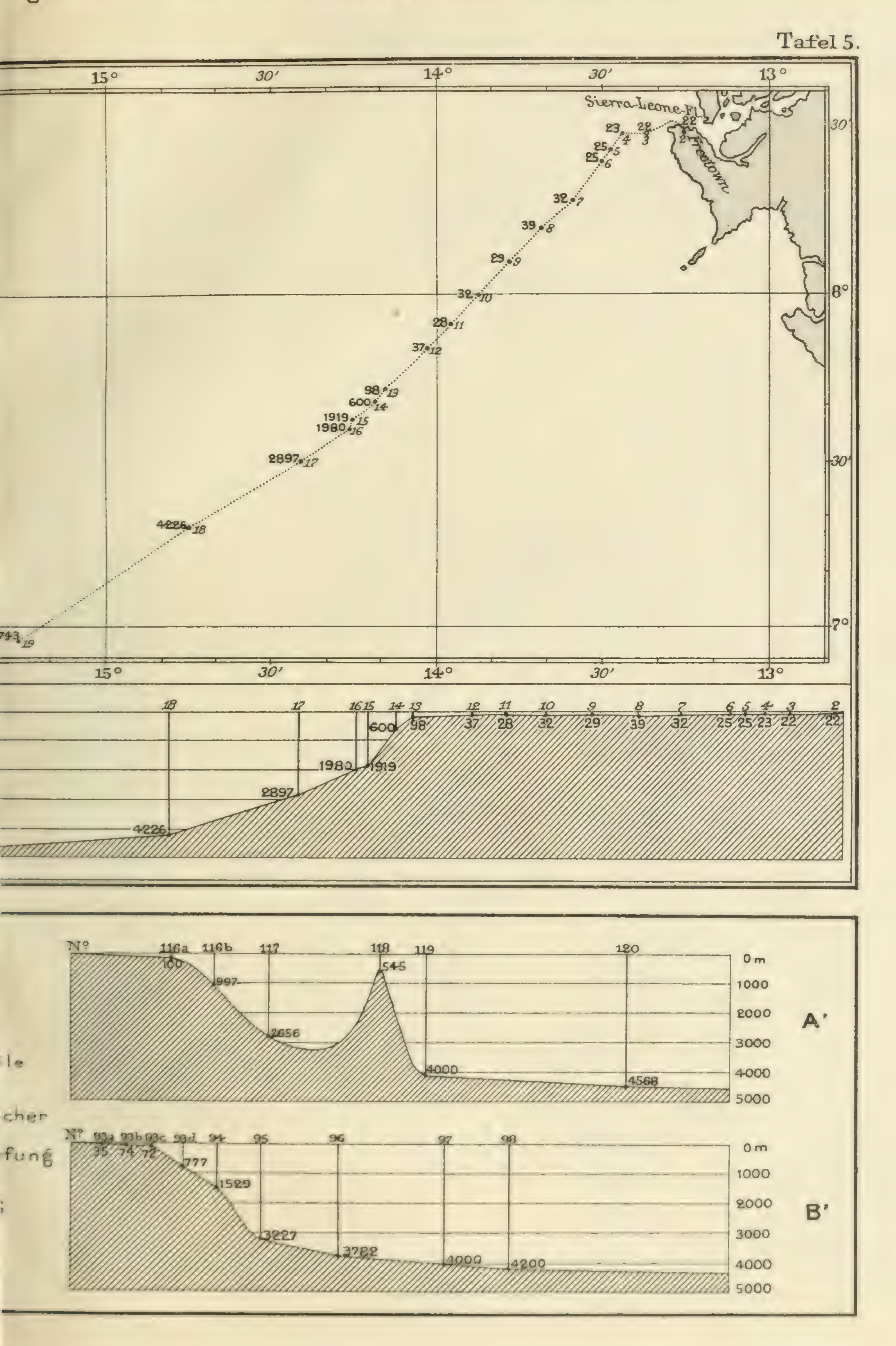
3061

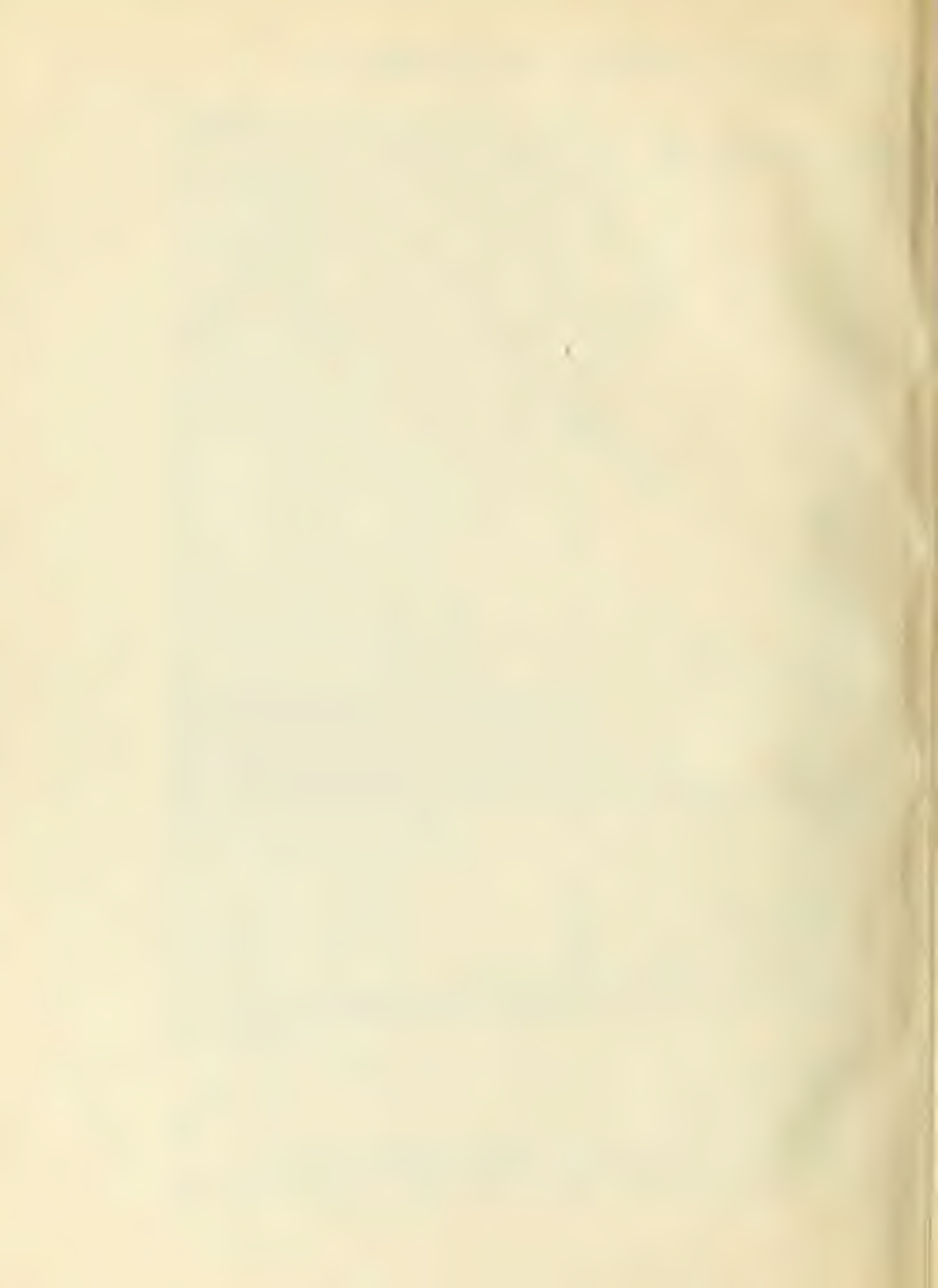
1919

N°
0 m
1000
2000
3000
4000
5000

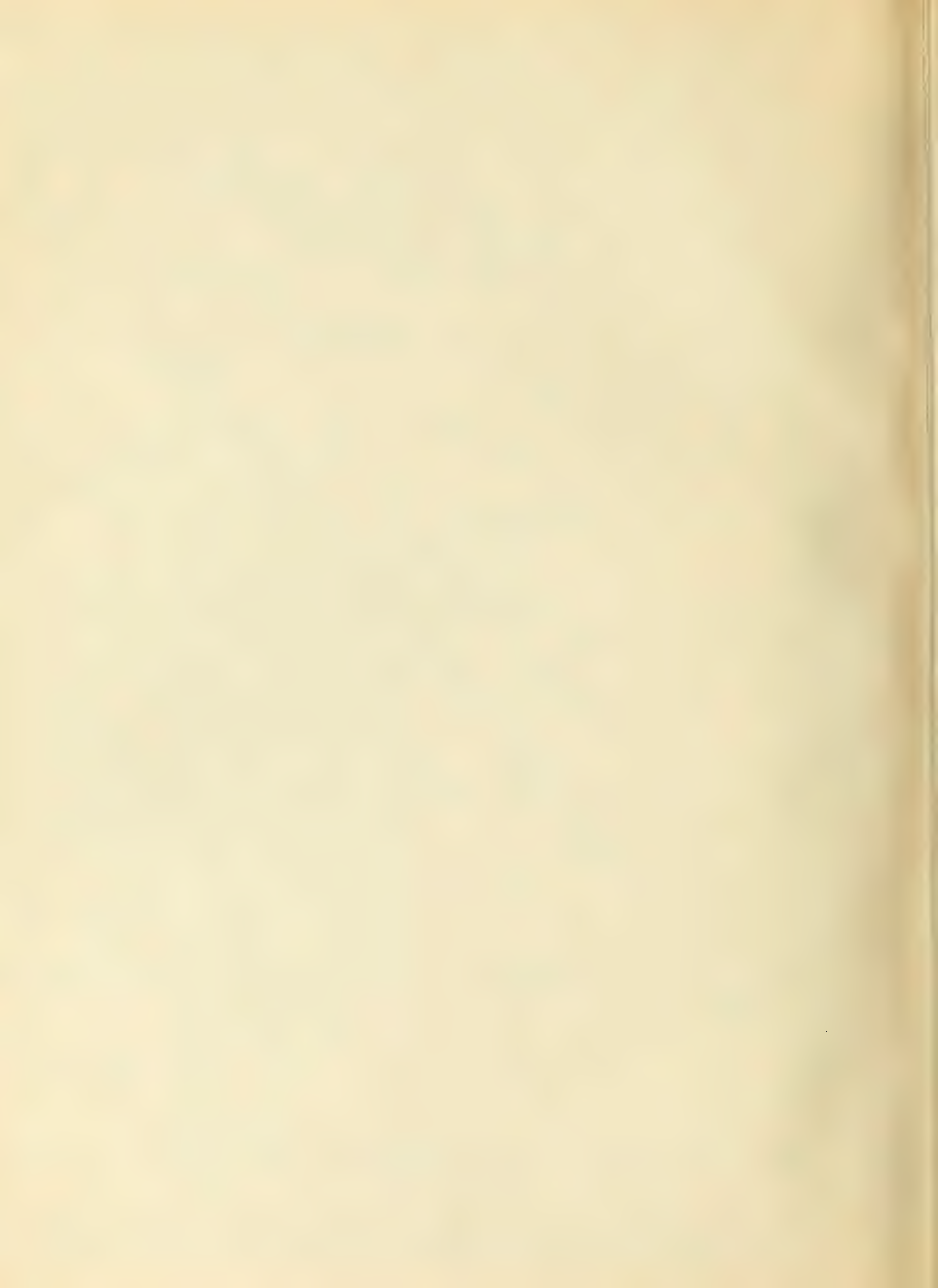
lagaskar und Anlotung von Freetown.

Tafel 5.

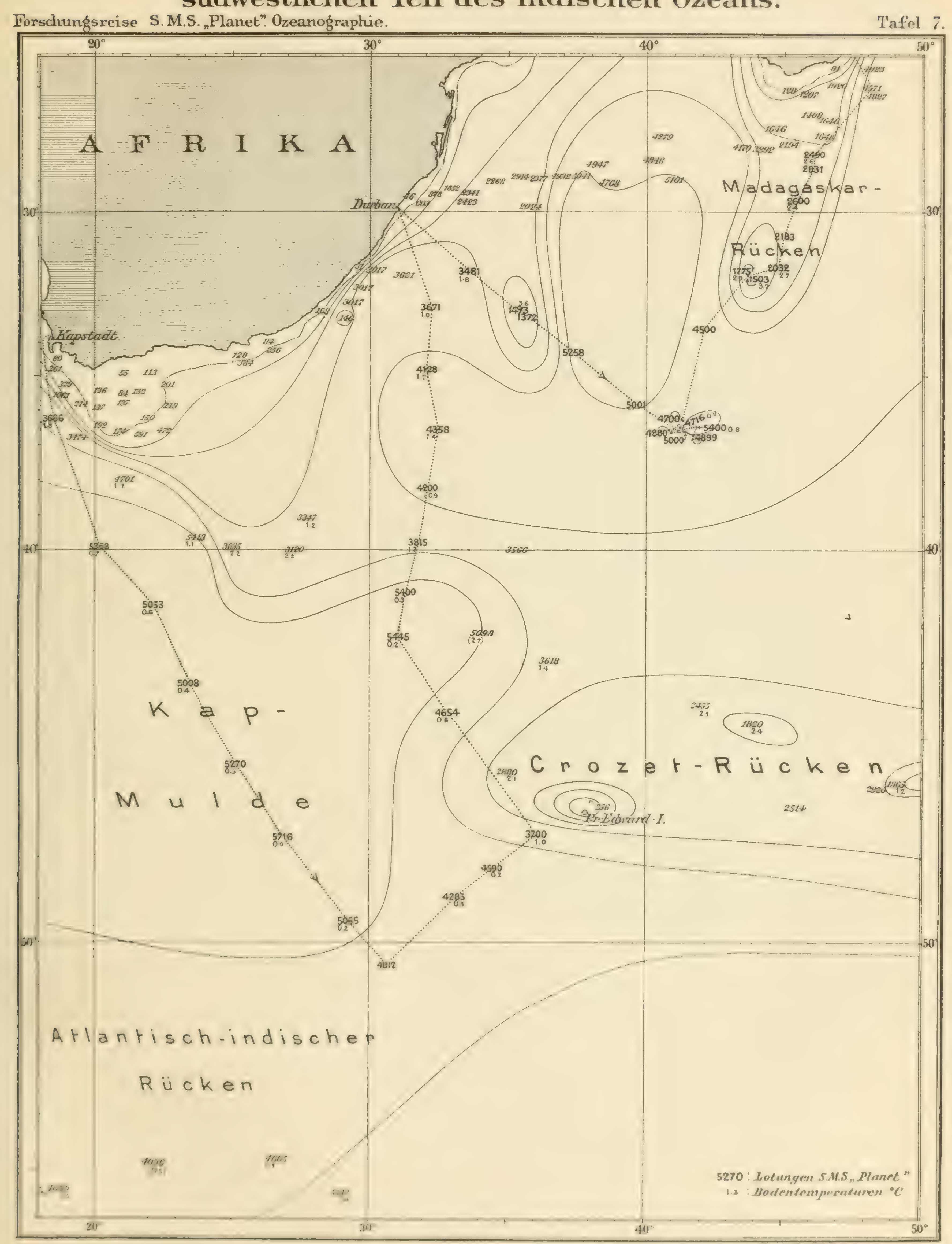


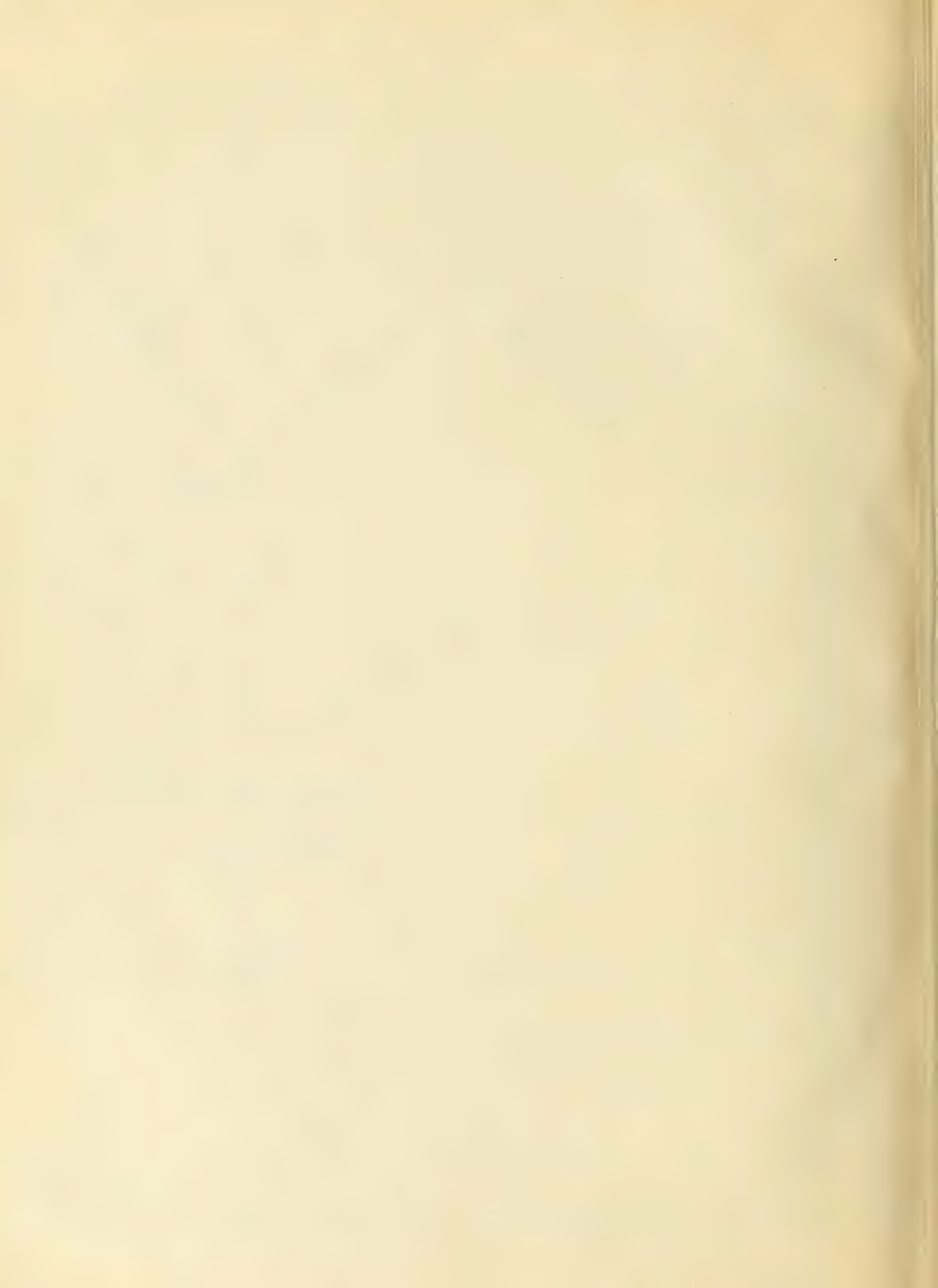


Walfisch - Rücken.



Meerestiefen
im
südwestlichen Teil des Indischen Ozeans.







Die Sund

SUMATRA

Padang

90° 100°

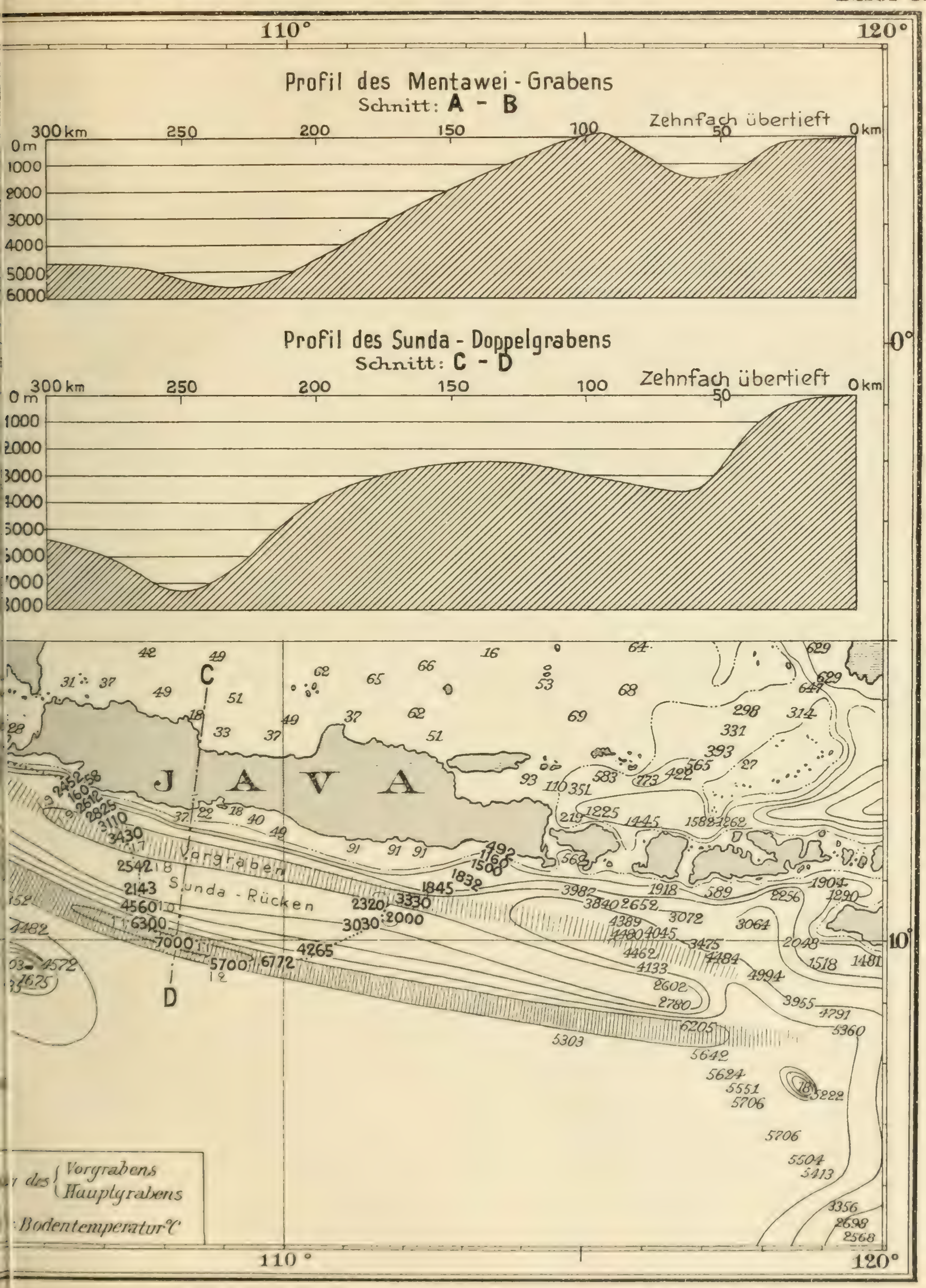
0° 10°

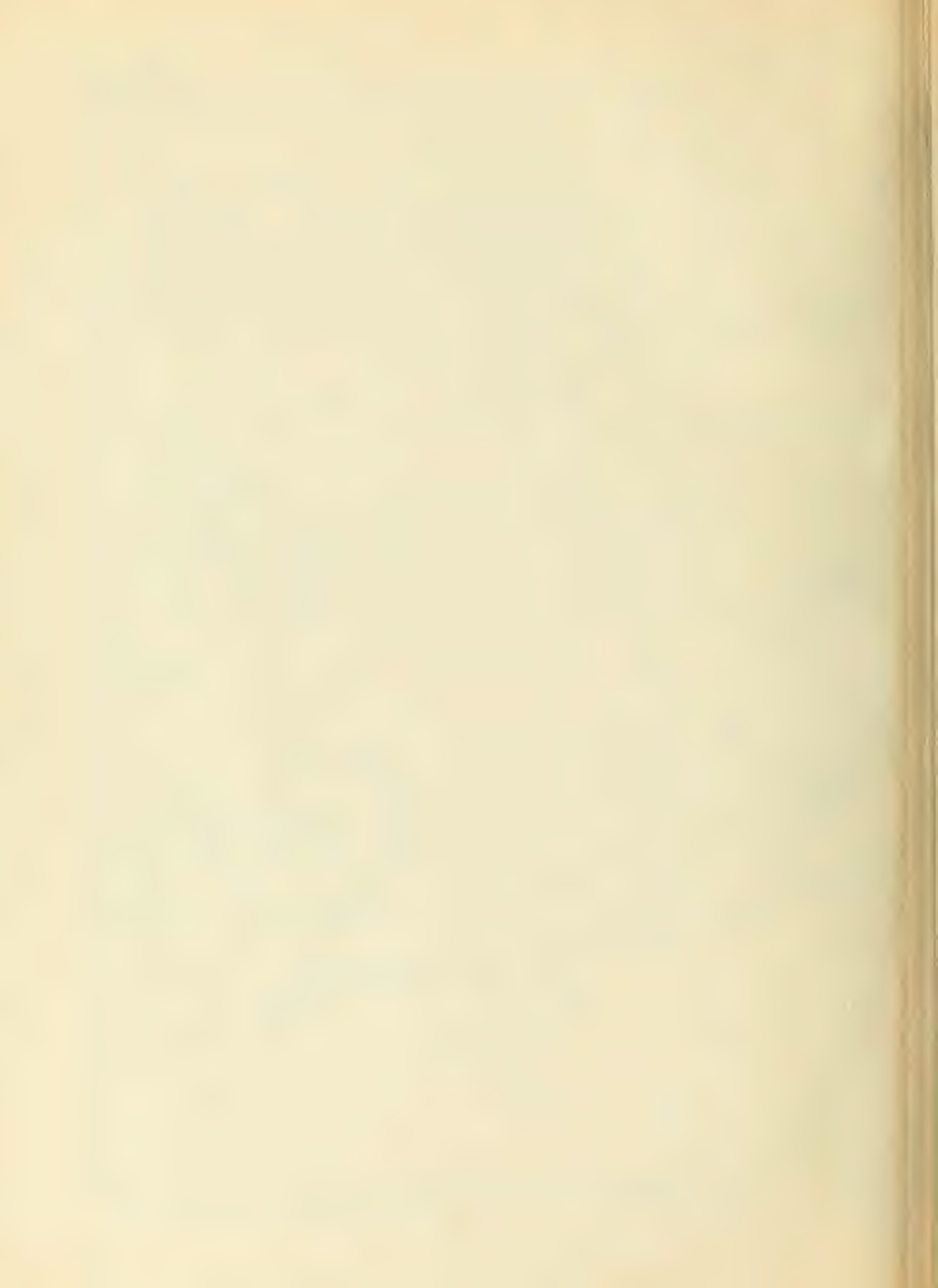
A B

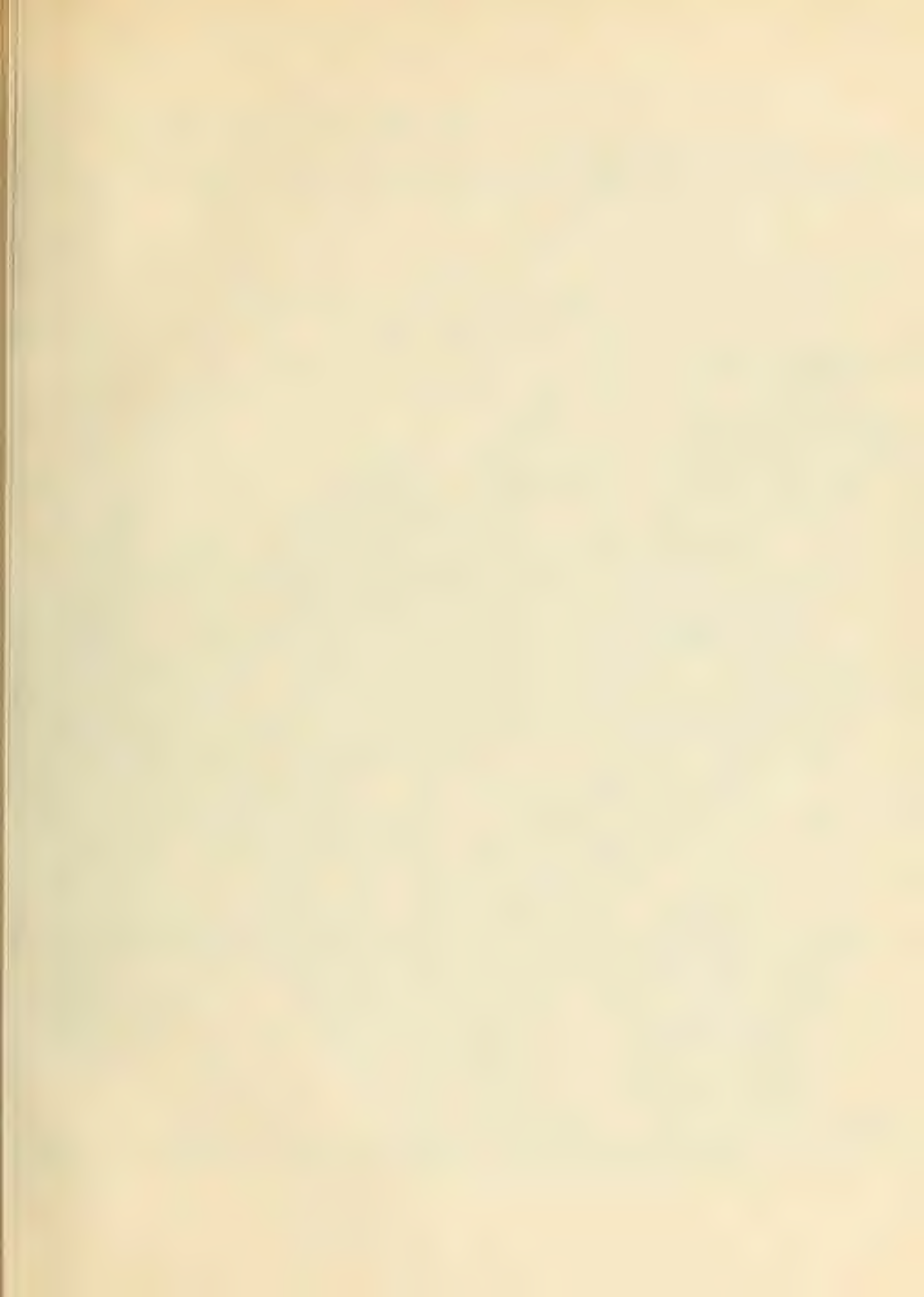
Kennzeichnung der Einsen

7000: Lotungen S.M.S. „Plane

a-Gräben.


110°
120°
Profil des Mentawei-Grabens
Schnitt: A - B
Zehnfach übertieft
300 km
250
200
150
100
50
0 km
0 m
1000
2000
3000
4000
5000
6000
Profil des Sunda-Doppelgrabens
Schnitt: C - D
Zehnfach übertieft
7000
8000
0°
10°
C
D
J A V A
Vorgraben
Sunda-Rücken
Vorgrabens
Hauptgrabens
Bodentemperatur °C
110°
120°





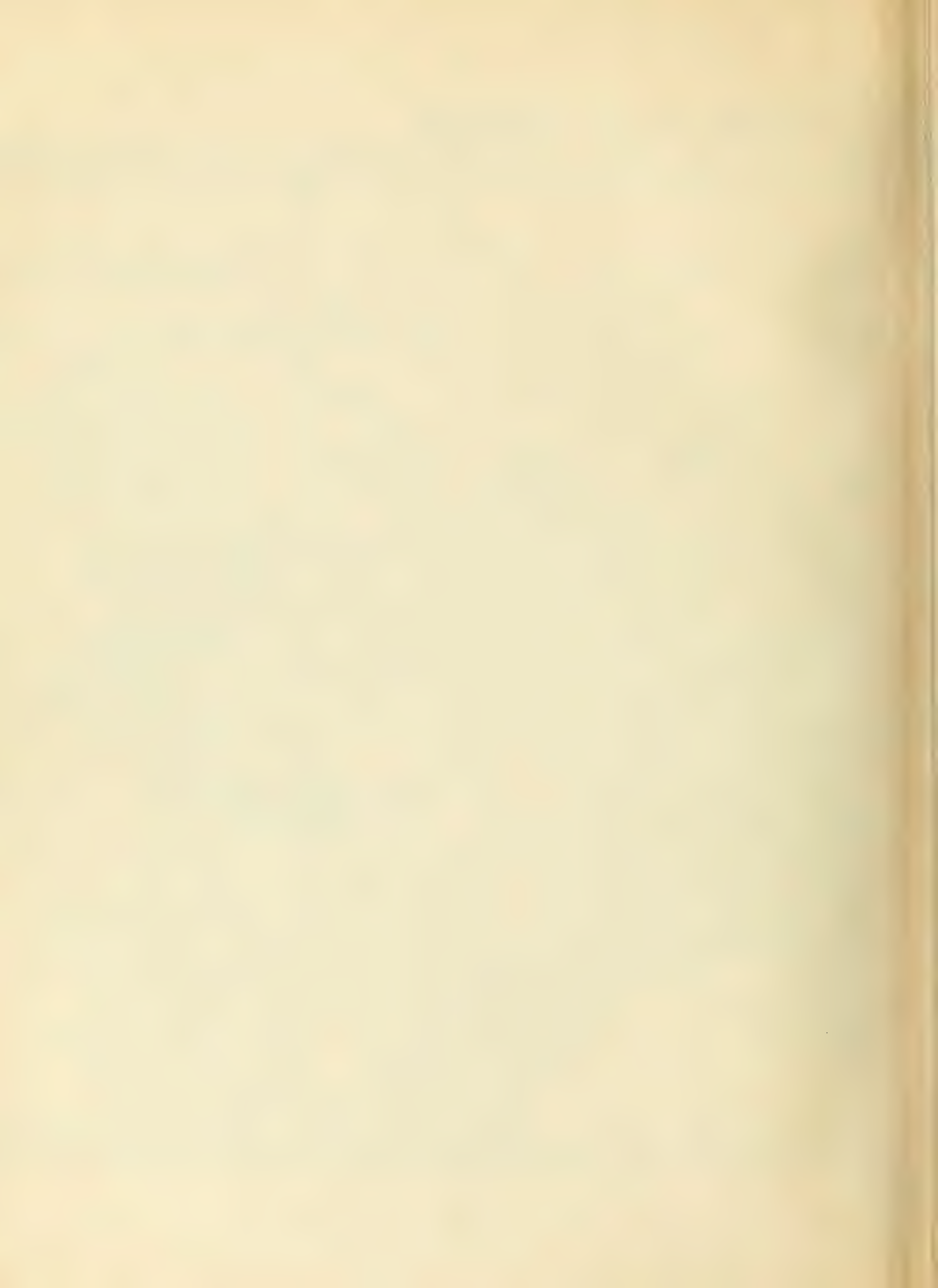
Lot

Nordküste von Neu-Guine

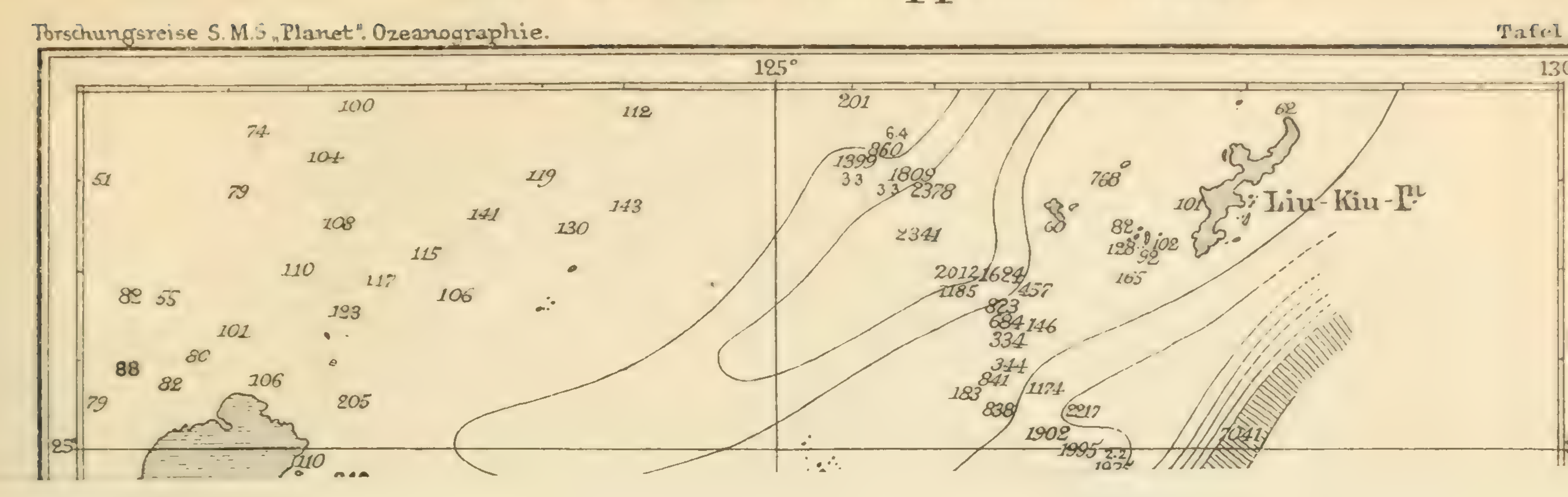


tungen
der
und im Bismarck-Archipel.

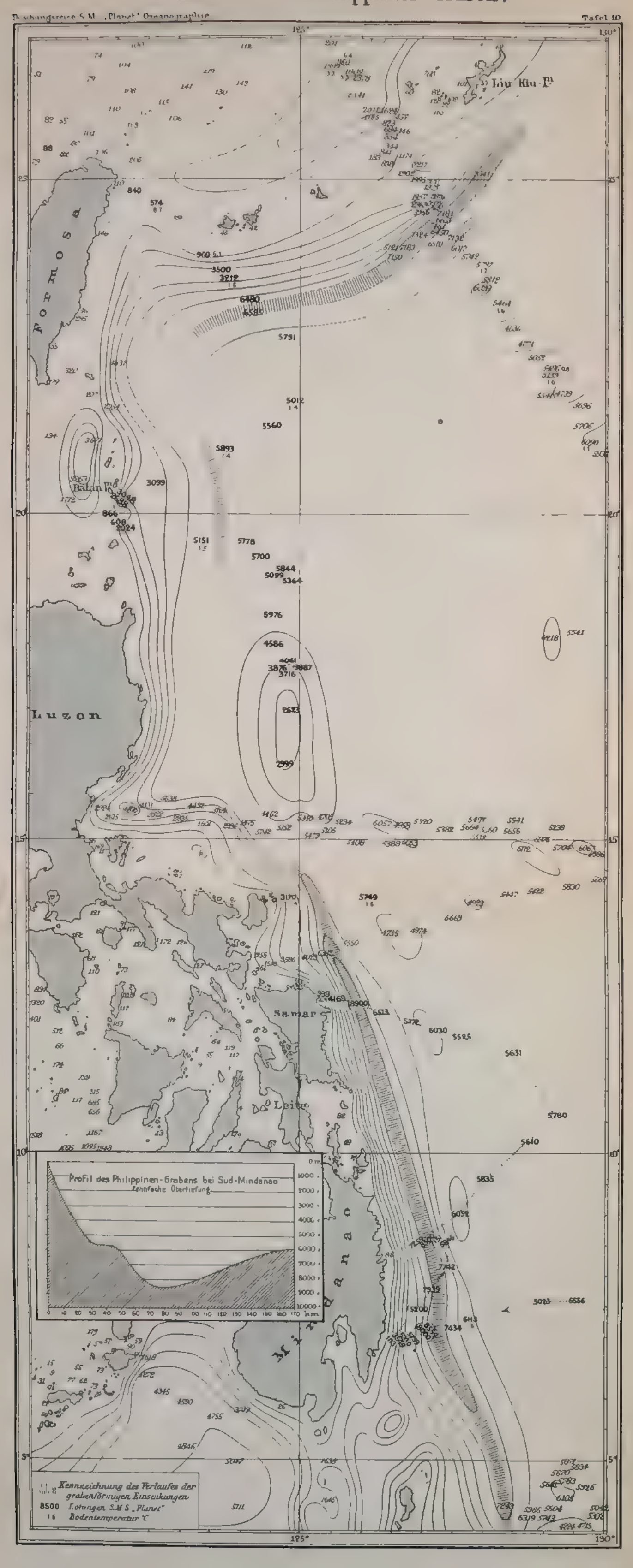




Liu Kiu - und Philippinen - Graben.



Liu Kiu-und Philippinen-Graben.





20° W.-Lg. 0° O-Lg. 20° 40°

„Jngolf"47

60°

Kiel

E U R O P A

1

2

Lissabon

40°

5 3

Madeira

6 Kanarien

7

20°

8

K. Verde In

9

10a

12 Freetown

11

A F R I K A

15 16

18

0°

21

24

St. Helena 25

20°

30

40

120

Reunion

98

Durban

73 74

Kapst.

„Gauss"29

82

40°

54

56

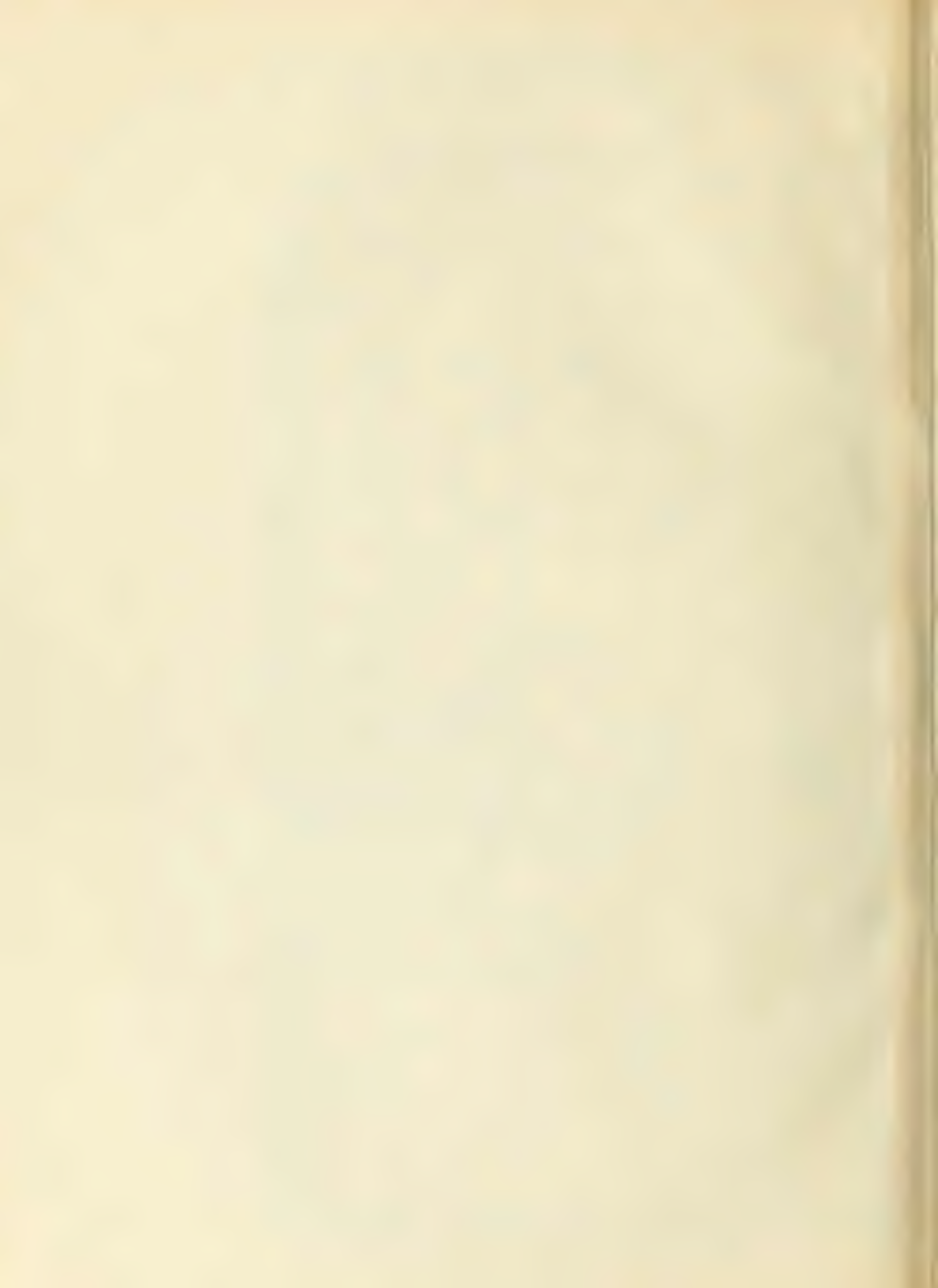
Pr. Edw. I

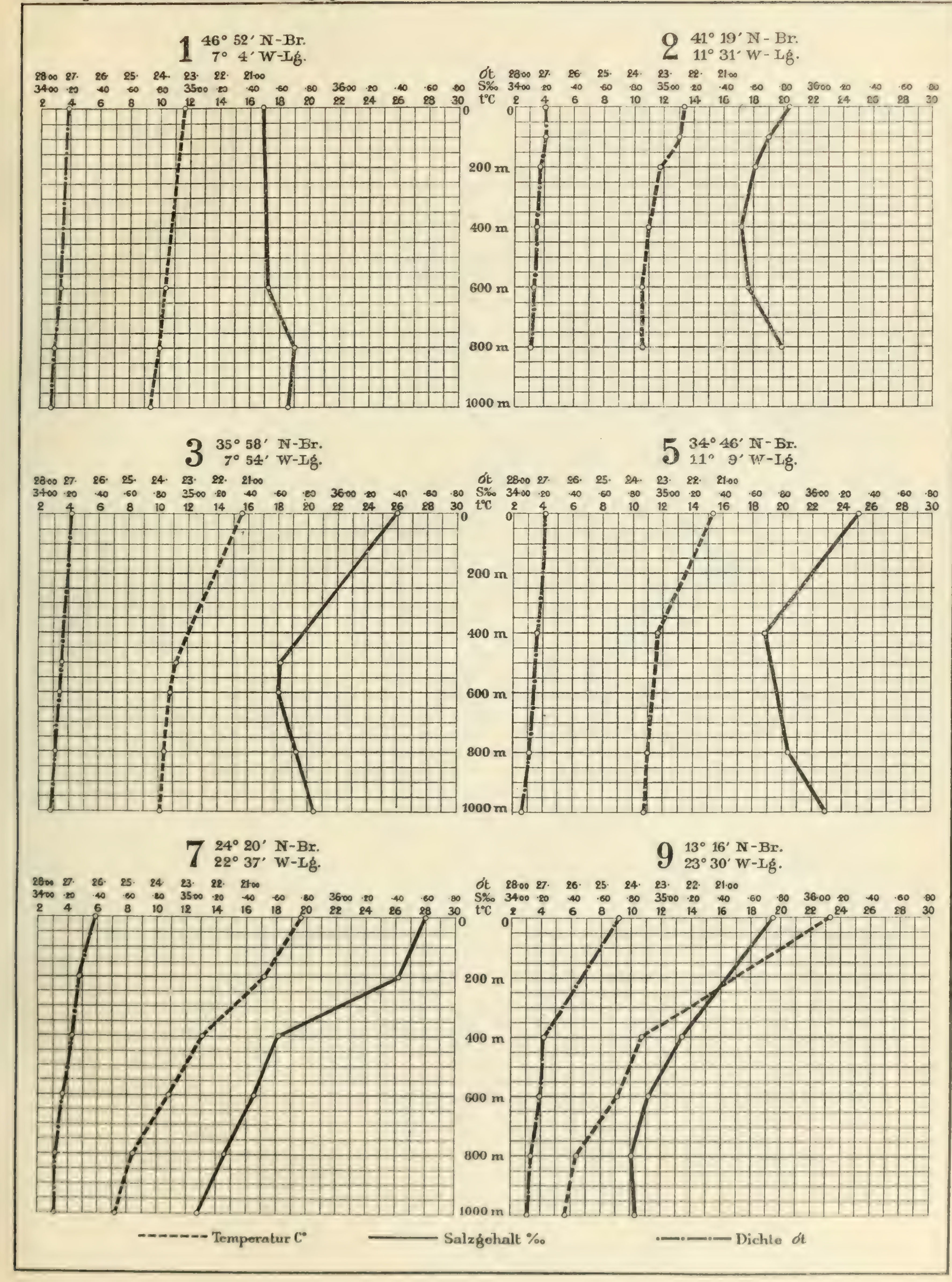
Crozet-I

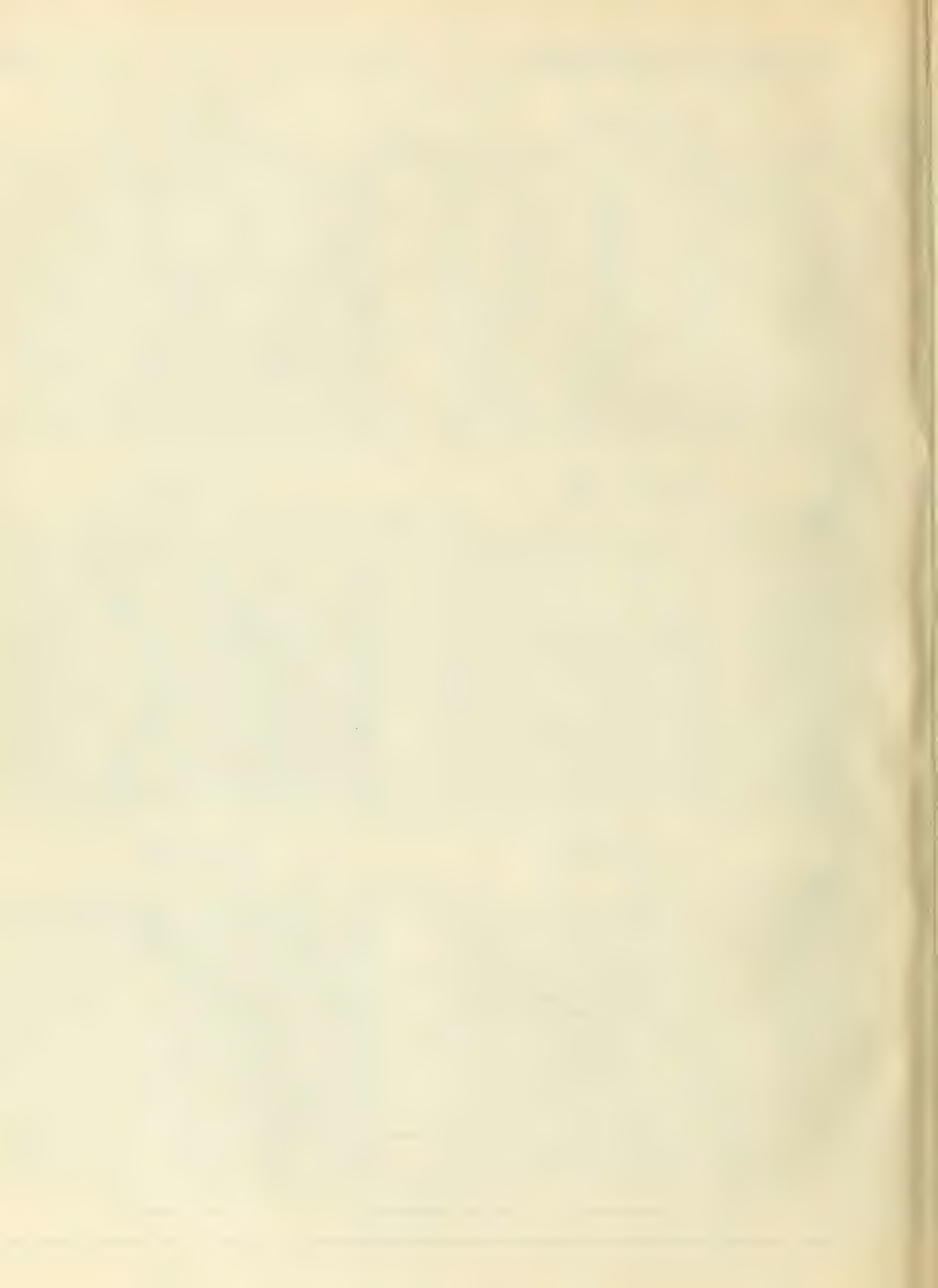
60

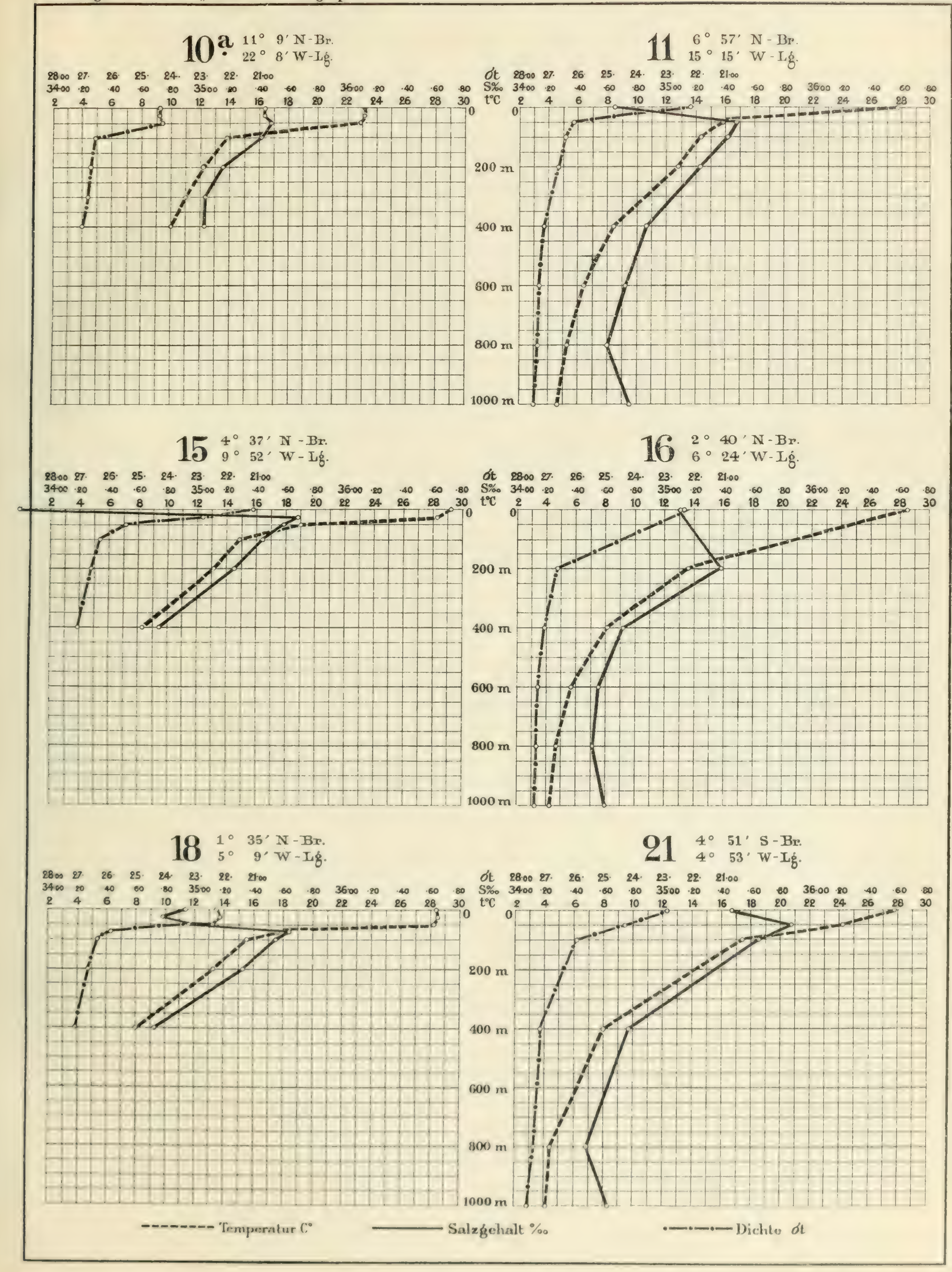
20° W-Lg 0° O-Lg 20° 40°

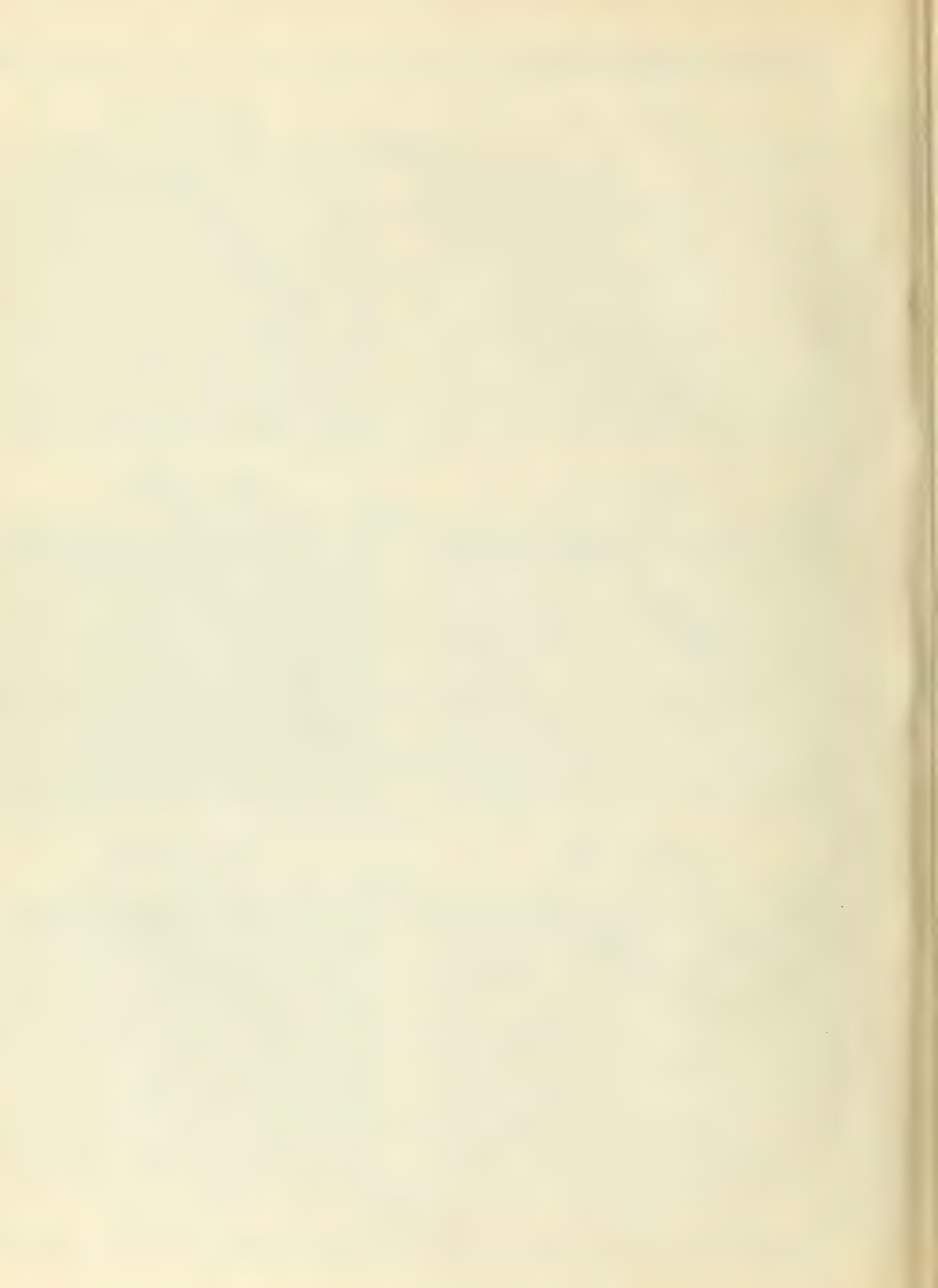

Reiseweg S.M.S. „Planet"
und
Übersicht der Stationen mit Serienmessungen
∘194 Planet-Stationen
A S I E N
AUSTRALIEN
Honghong
Colombo
Padang
Batavia
Makassar
Amboina
Manila
„Vitiaz"
80°
100°
120°
140°
60°
40°
20°
0°
20°
40°

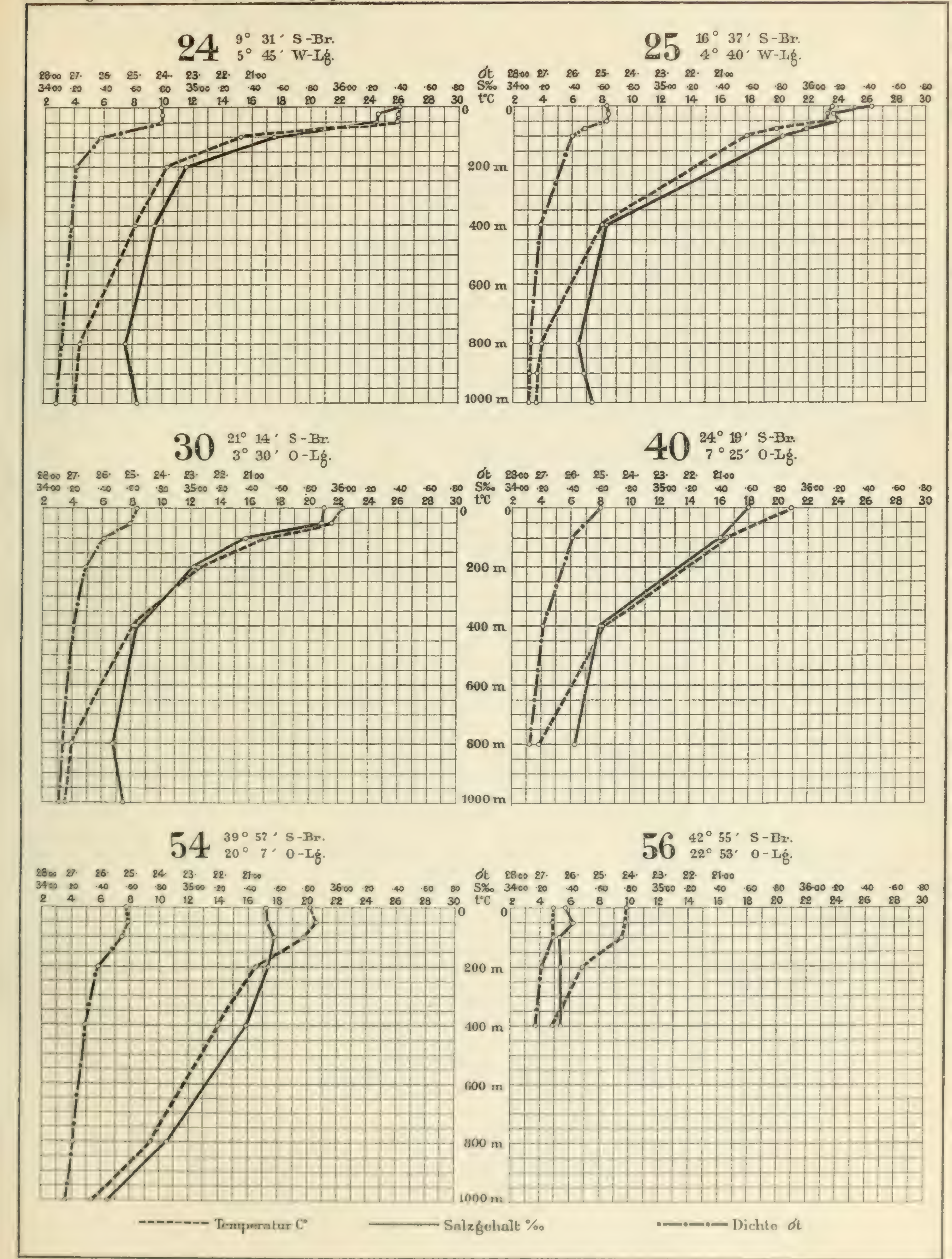


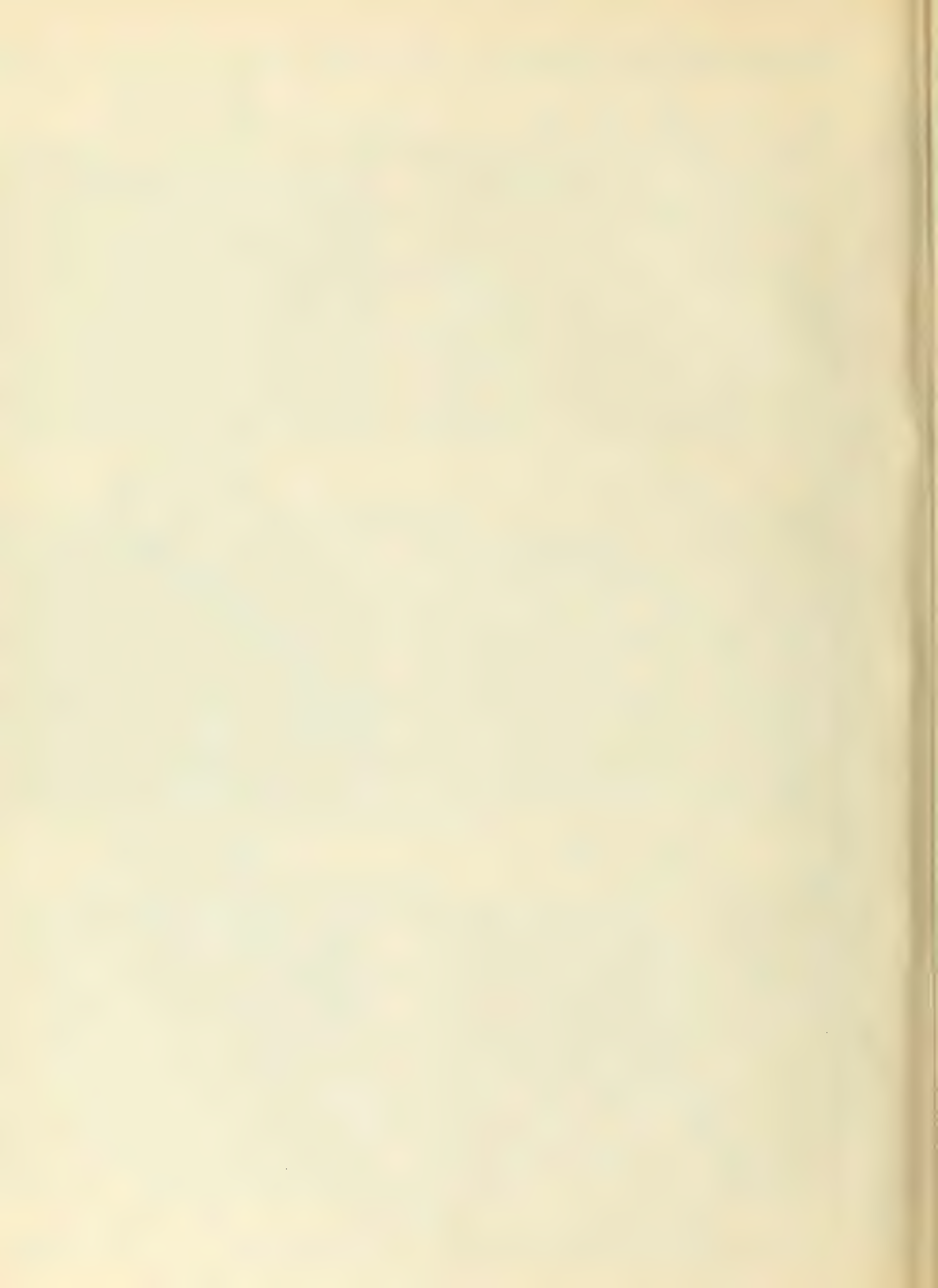

1 46° 52′ N-Br. 7° 4′ W-Lg.
2 41° 19′ N-Br. 11° 31′ W-Lg.
3 35° 58′ N-Br. 7° 54′ W-Lg.
5 34° 46′ N-Br. 11° 9′ W-Lg.
7 24° 20′ N-Br. 22° 37′ W-Lg.
9 13° 16′ N-Br. 23° 30′ W-Lg.
σt
S‰
t°C
0
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

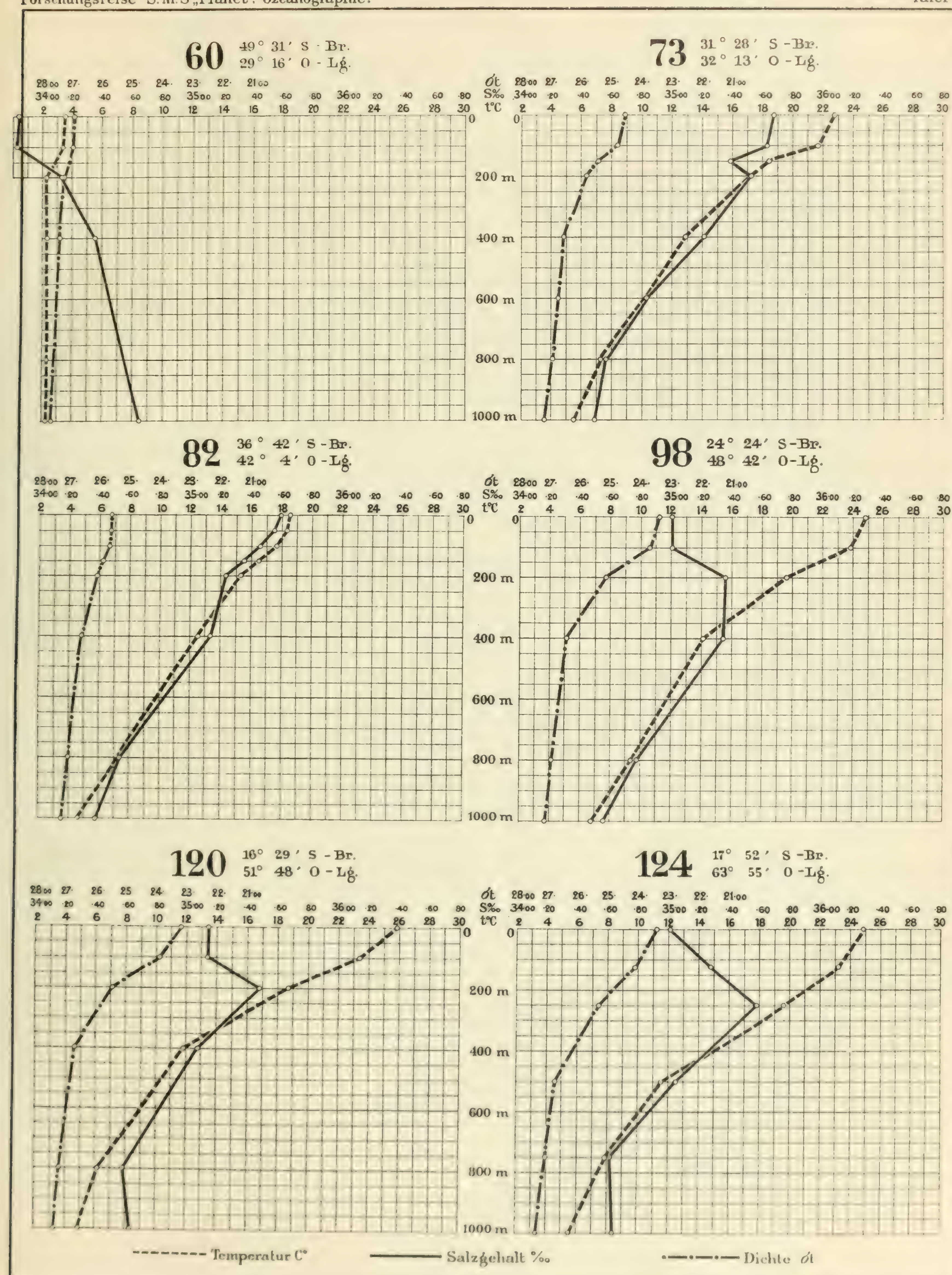


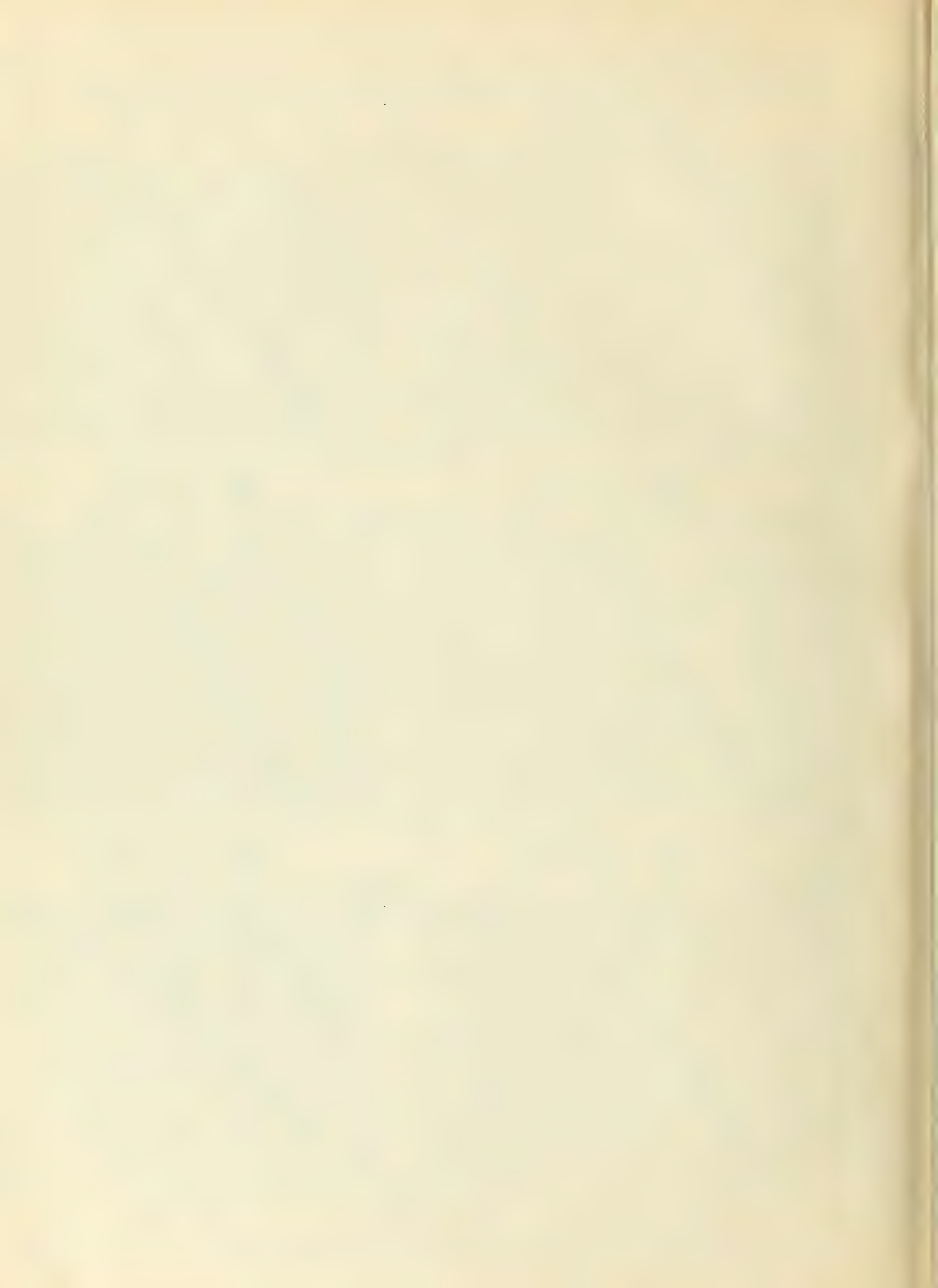

10a 11° 9′ N-Br. 22° 8′ W-Lg.
11 6° 57′ N-Br. 15° 15′ W-Lg.
15 4° 37′ N-Br. 9° 52′ W-Lg.
16 2° 40′ N-Br. 6° 24′ W-Lg.
18 1° 35′ N-Br. 5° 9′ W-Lg.
21 4° 51′ S-Br. 4° 53′ W-Lg.
σt
S‰
t°C
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

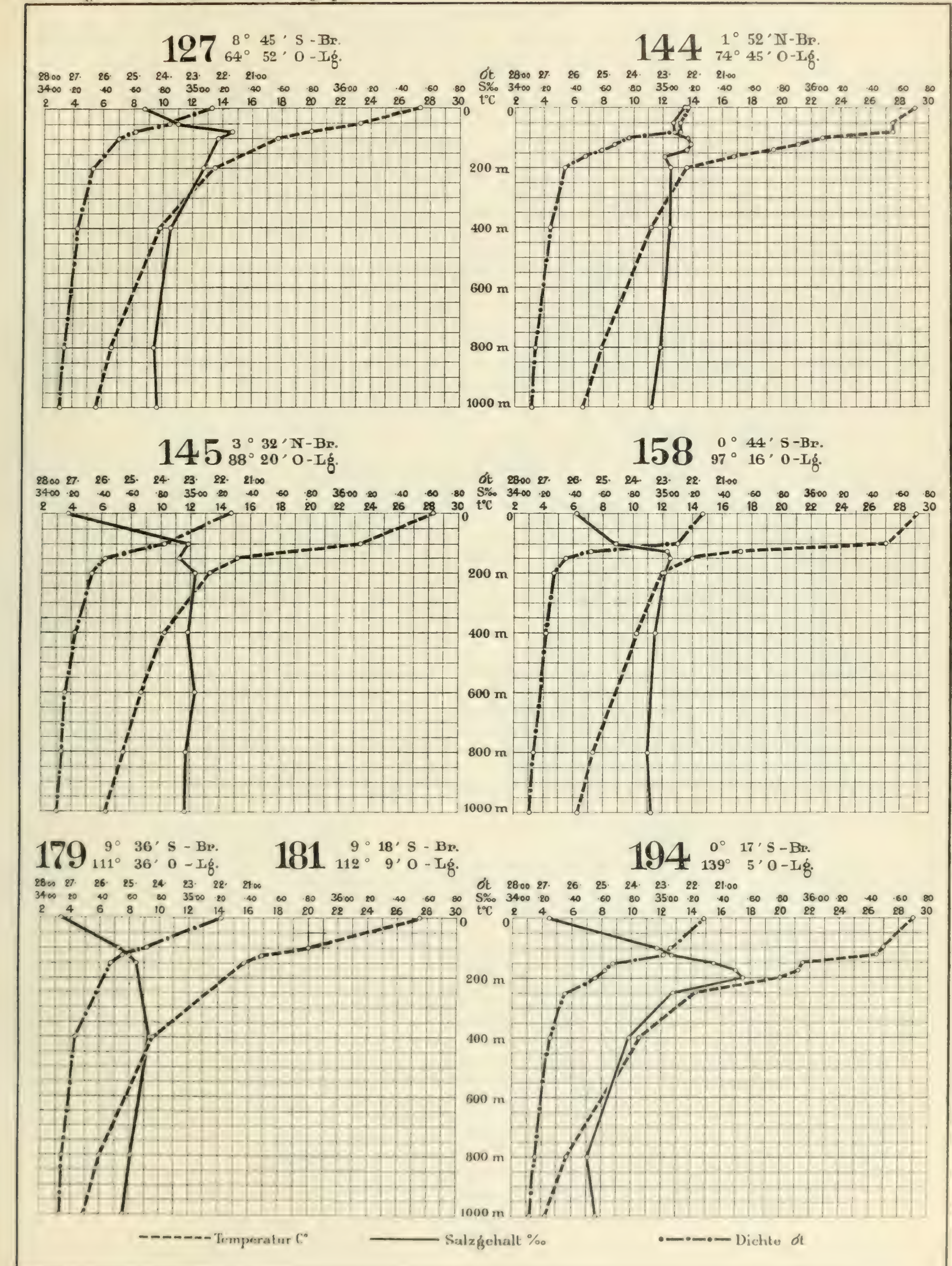



24
9° 31′ S-Br.
5° 45′ W-Lg.
25
16° 37′ S-Br.
4° 40′ W-Lg.
30
21° 14′ S-Br.
3° 30′ O-Lg.
40
24° 19′ S-Br.
7° 25′ O-Lg.
54
39° 57′ S-Br.
20° 7′ O-Lg.
56
42° 55′ S-Br.
22° 53′ O-Lg.
σt
S‰
t°C
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

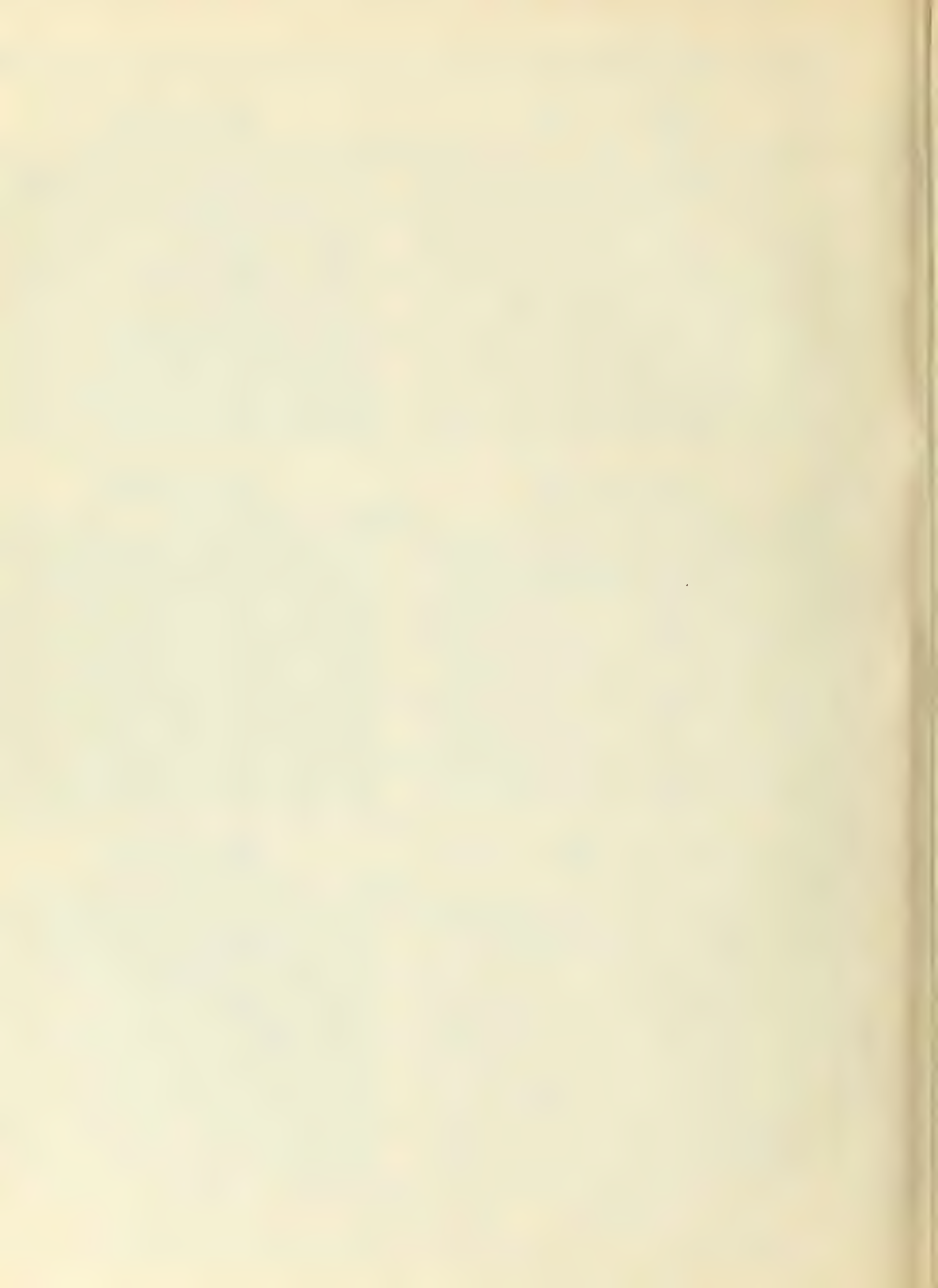


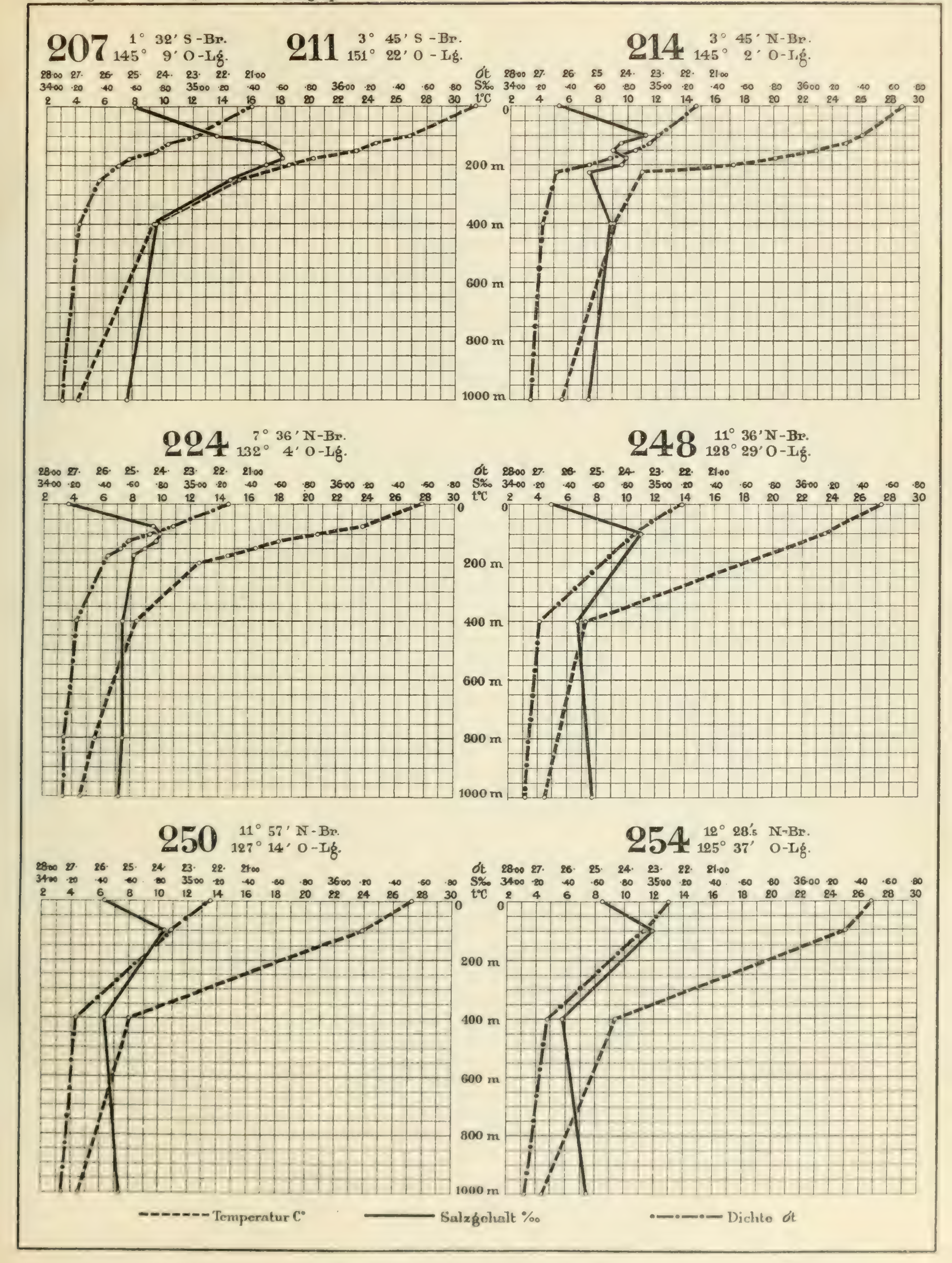

60 49° 31′ S - Br. 29° 16′ O - Lg.
73 31° 28′ S - Br. 32° 13′ O - Lg.
82 36° 42′ S - Br. 42° 4′ O - Lg.
98 24° 24′ S - Br. 48° 42′ O - Lg.
120 16° 29′ S - Br. 51° 48′ O - Lg.
124 17° 52′ S - Br. 63° 55′ O - Lg.
σt
S‰
t°C
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

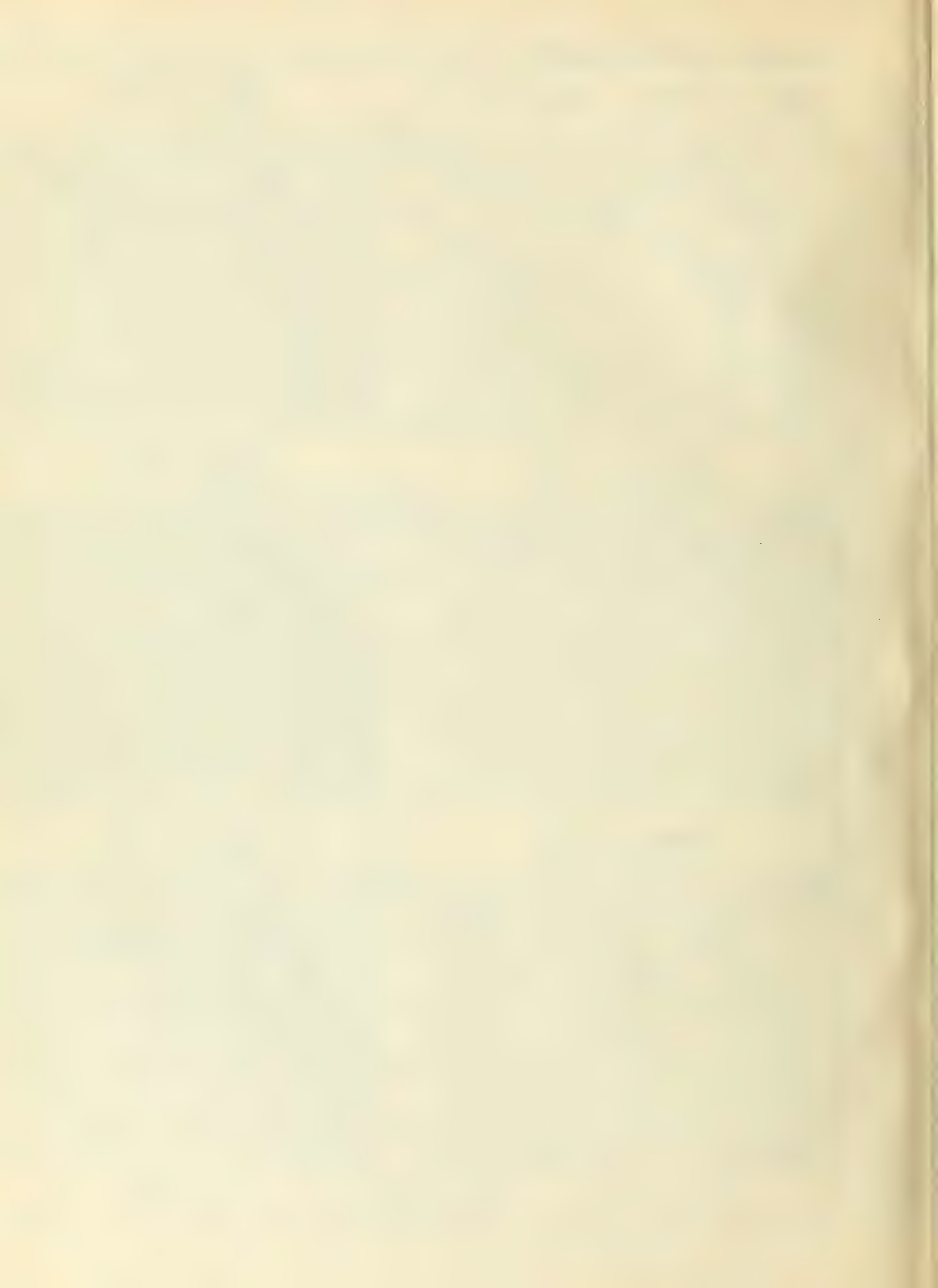


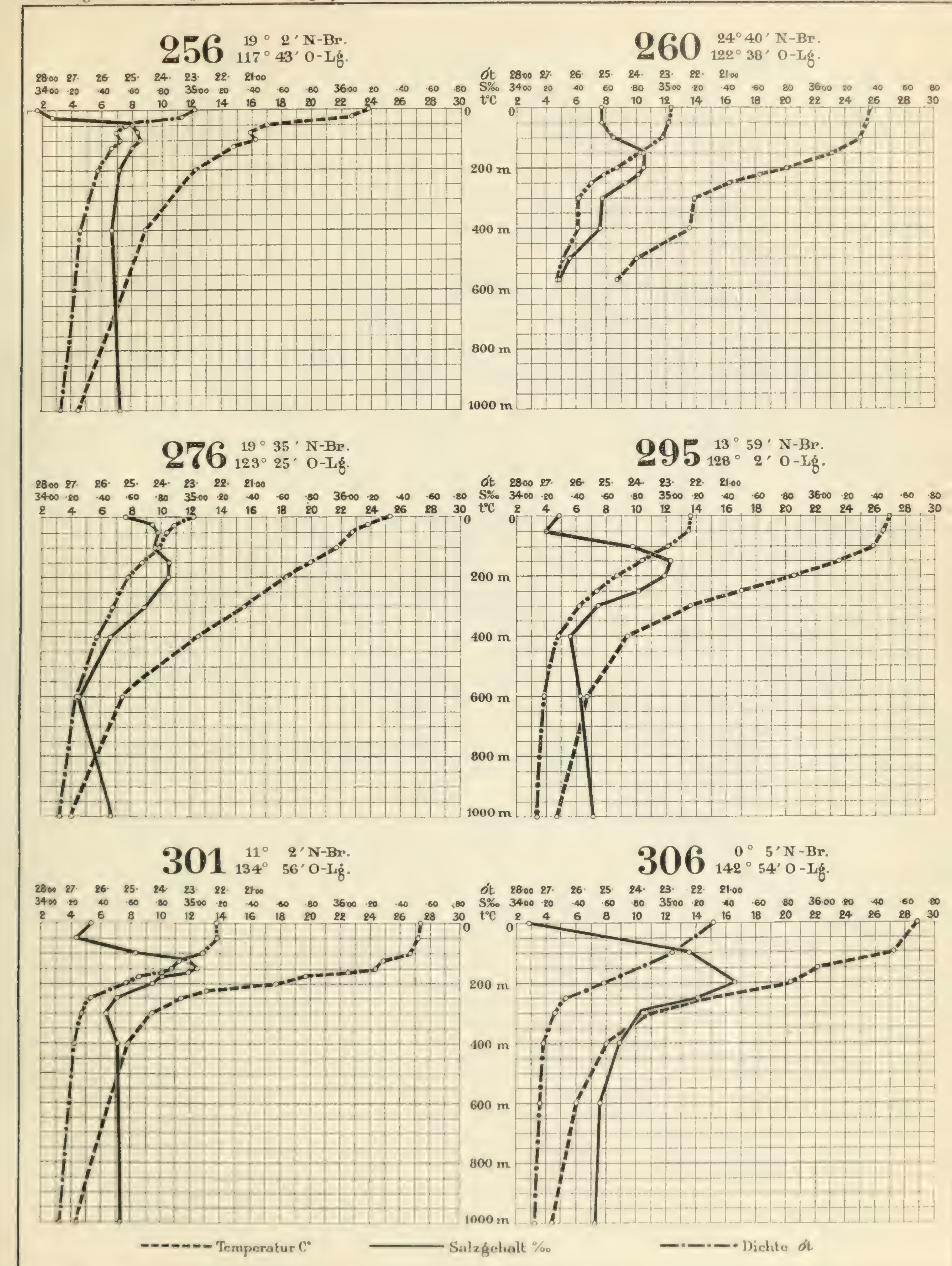


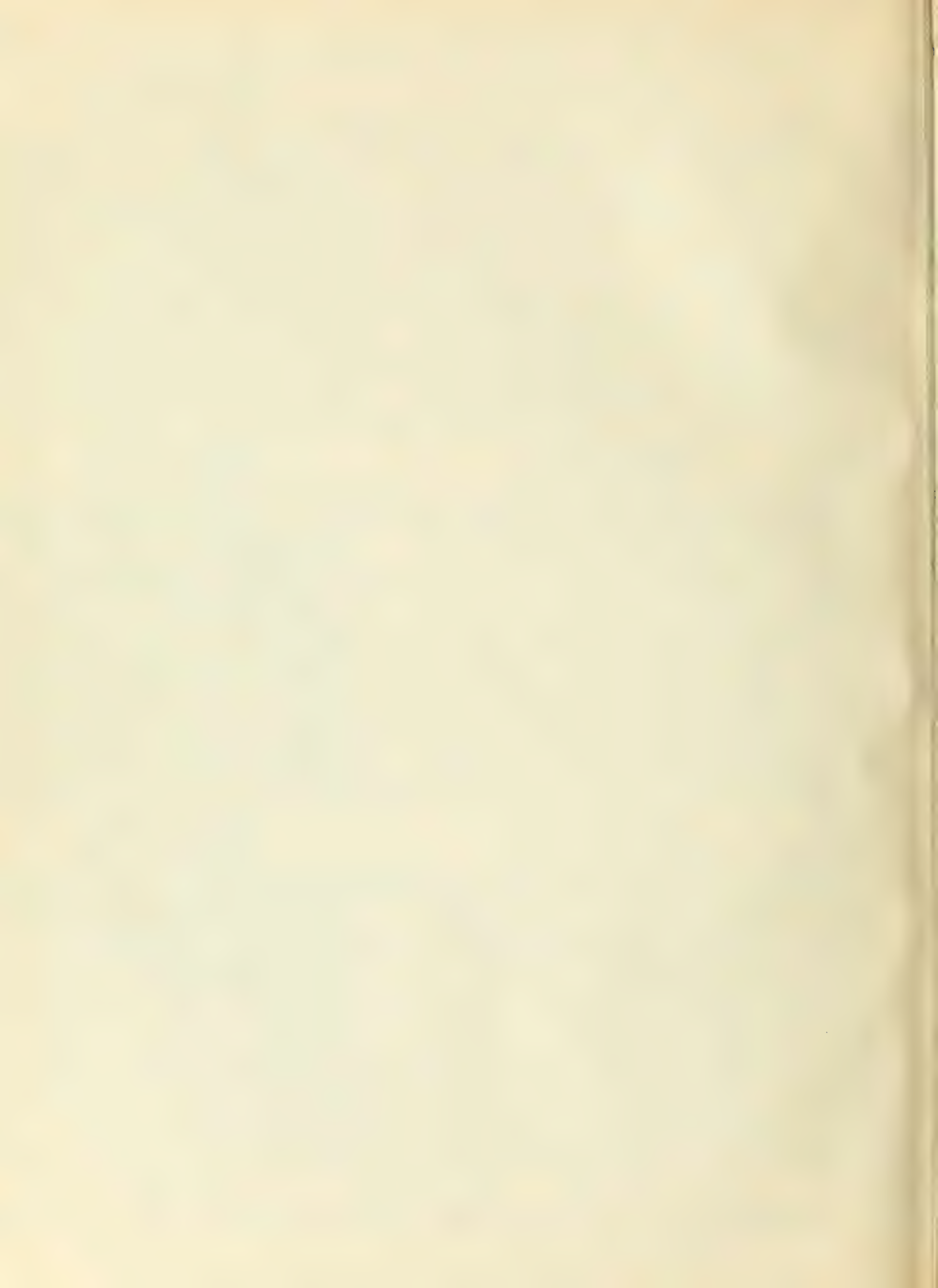
127 8° 45' S-Br. 64° 52' O-Lg.
144 1° 52' N-Br. 74° 45' O-Lg.
145 3° 32' N-Br. 88° 20' O-Lg.
158 0° 44' S-Br. 97° 16' O-Lg.
179 9° 36' S-Br. 111° 36' O-Lg.
181 9° 18' S-Br. 112° 9' O-Lg.
194 0° 17' S-Br. 139° 5' O-Lg.
σt
S‰
t°C
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

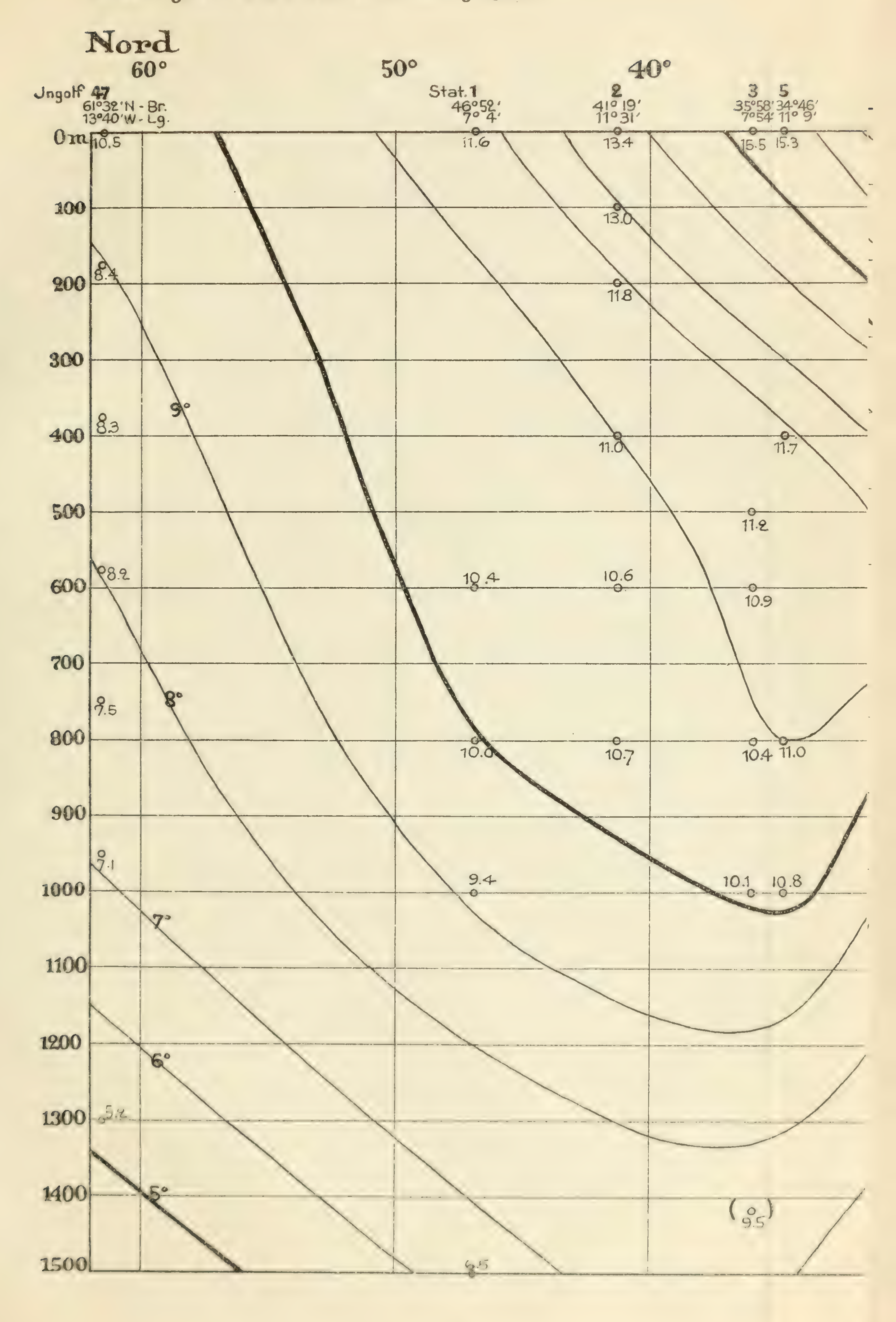



207 1° 32' S-Br. 145° 9' O-Lg.
211 3° 45' S-Br. 151° 22' O-Lg.
214 3° 45' N-Br. 145° 2' O-Lg.
224 7° 36' N-Br. 132° 4' O-Lg.
248 11° 36' N-Br. 128° 29' O-Lg.
250 11° 57' N-Br. 127° 14' O-Lg.
254 12° 28.5' N-Br. 125° 37' O-Lg.
σt
S‰
t°C
0
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

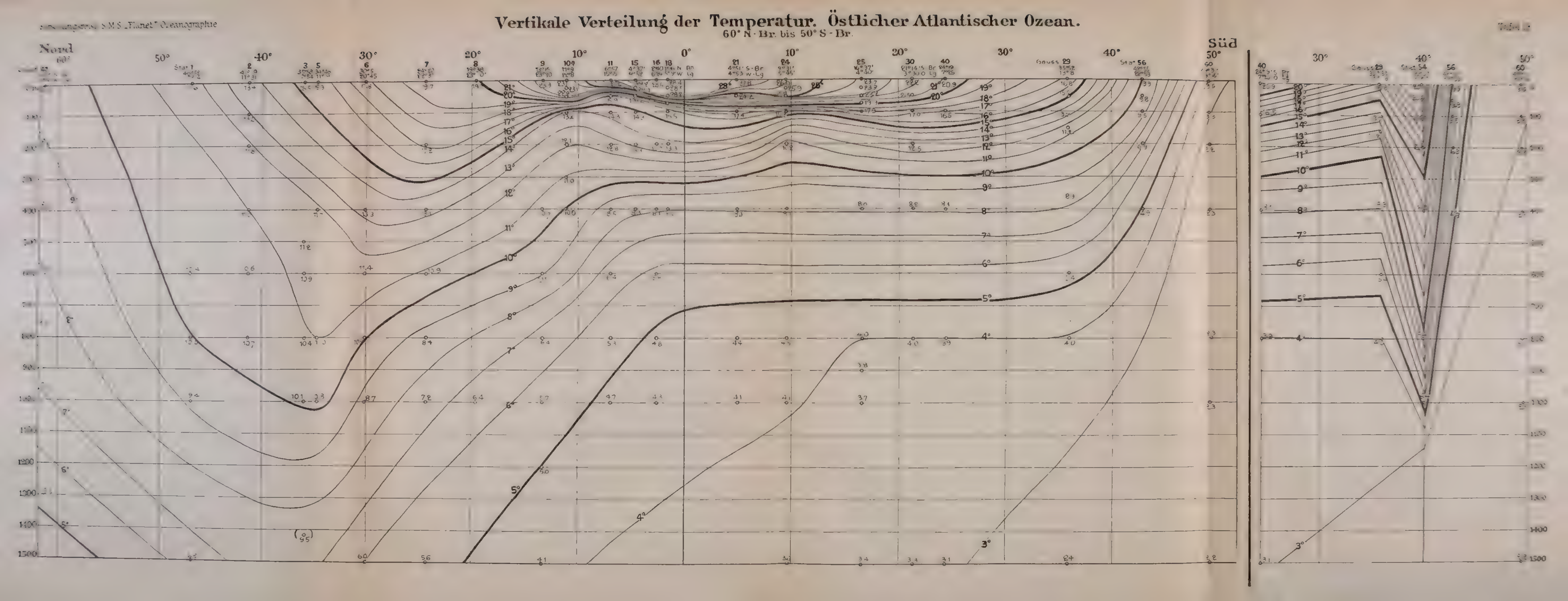



256 19° 2′ N-Br. 117° 43′ O-Lg.
260 24° 40′ N-Br. 122° 38′ O-Lg.
276 19° 35′ N-Br. 123° 25′ O-Lg.
295 13° 59′ N-Br. 128° 2′ O-Lg.
301 11° 2′ N-Br. 134° 56′ O-Lg.
306 0° 5′ N-Br. 142° 54′ O-Lg.
σt
S‰
t°C
200 m
400 m
600 m
800 m
1000 m
Temperatur C°
Salzgehalt ‰
Dichte σt

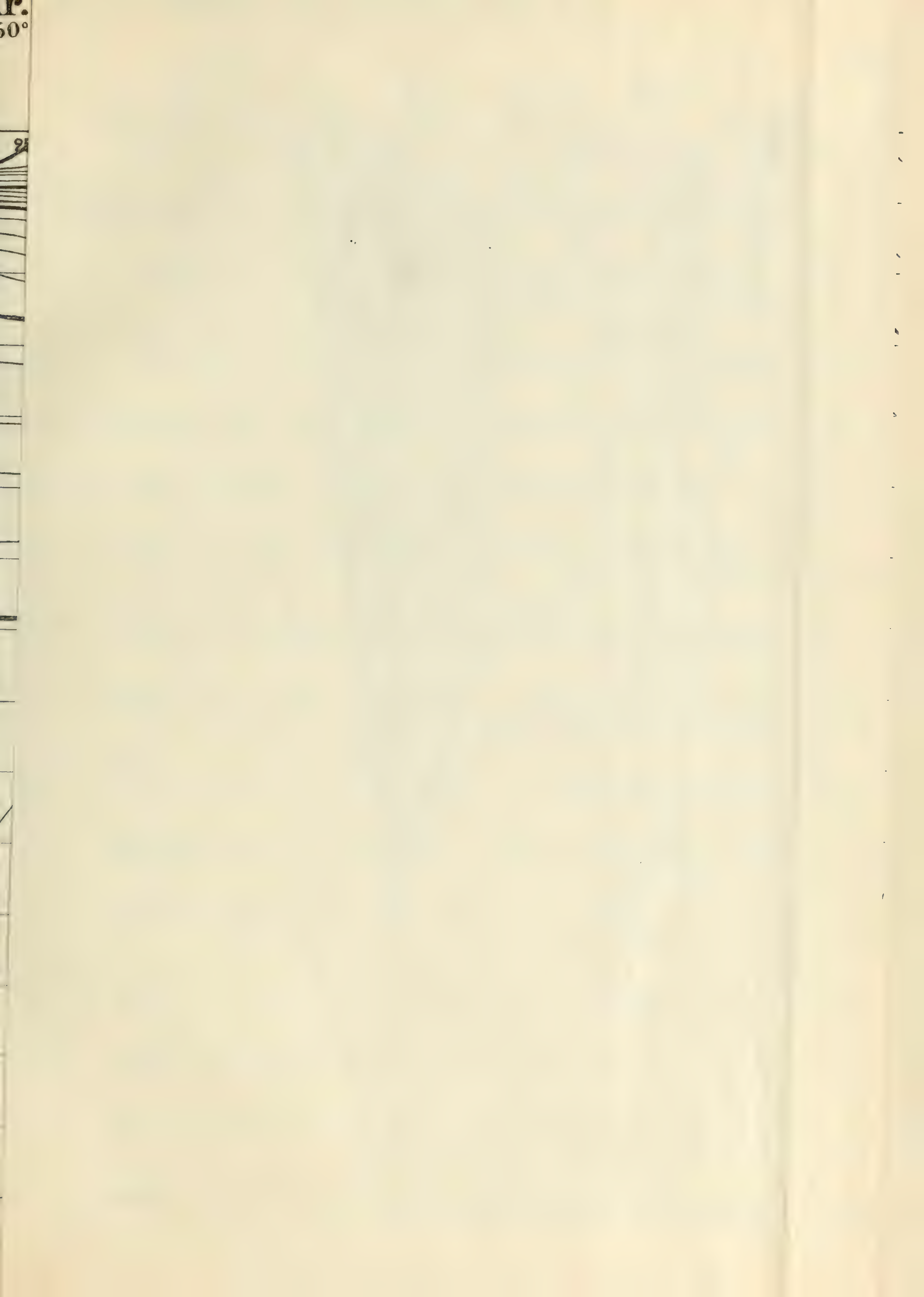




Nord
60°
50°
40°
Jngolf 47
61°32'N - Br.
13°40'W - Lg.
Stat. 1
46°52'
7° 4'
2
41° 19'
11° 31'
3
35°58'
7°54'
5
34°46'
11° 9'
0m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
10.5
11.6
13.4
15.5
15.3
13.0
8.4
11.8
9°
8.3
11.0
11.7
11.2
8.2
10.4
10.6
10.9
7.5
8°
10.0
10.7
10.4
11.0
7.1
9.4
10.1
10.8
7°
6°
5.2
5°
9.5
6.5



Vertikale Verteilung der Temperatur. Östlicher Atlantischer Ozean.
60° N-Br. bis 50° S-Br.
Nord
Süd



Vertikale Verteilung des Salzgehaltes. Östlicher Atlantischer Ozean.

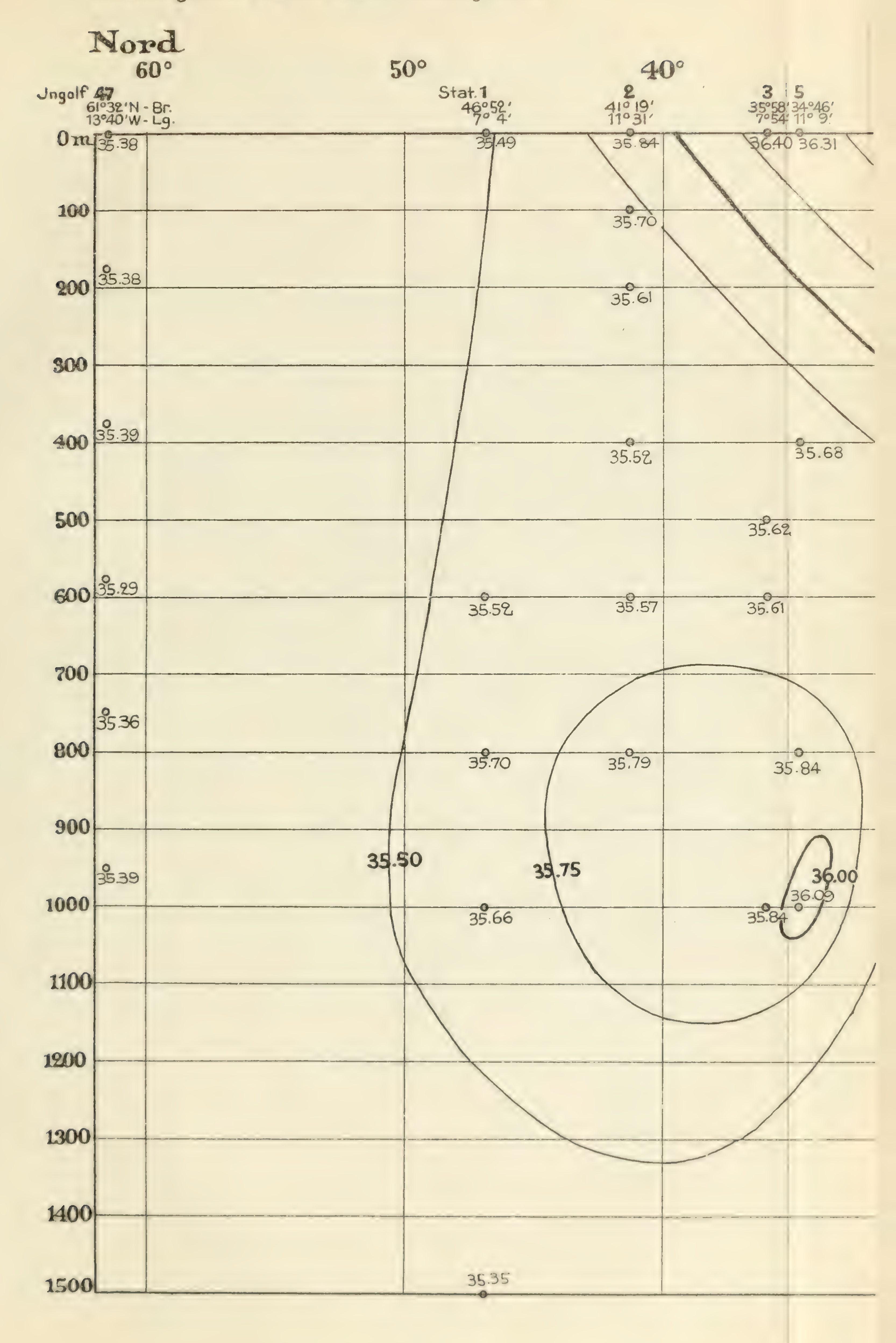
60° N-Br. bis 50° S-Br

Nord — 60° 50° 40° 30° 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° — Süd

40° 30° 40° 50° 60°

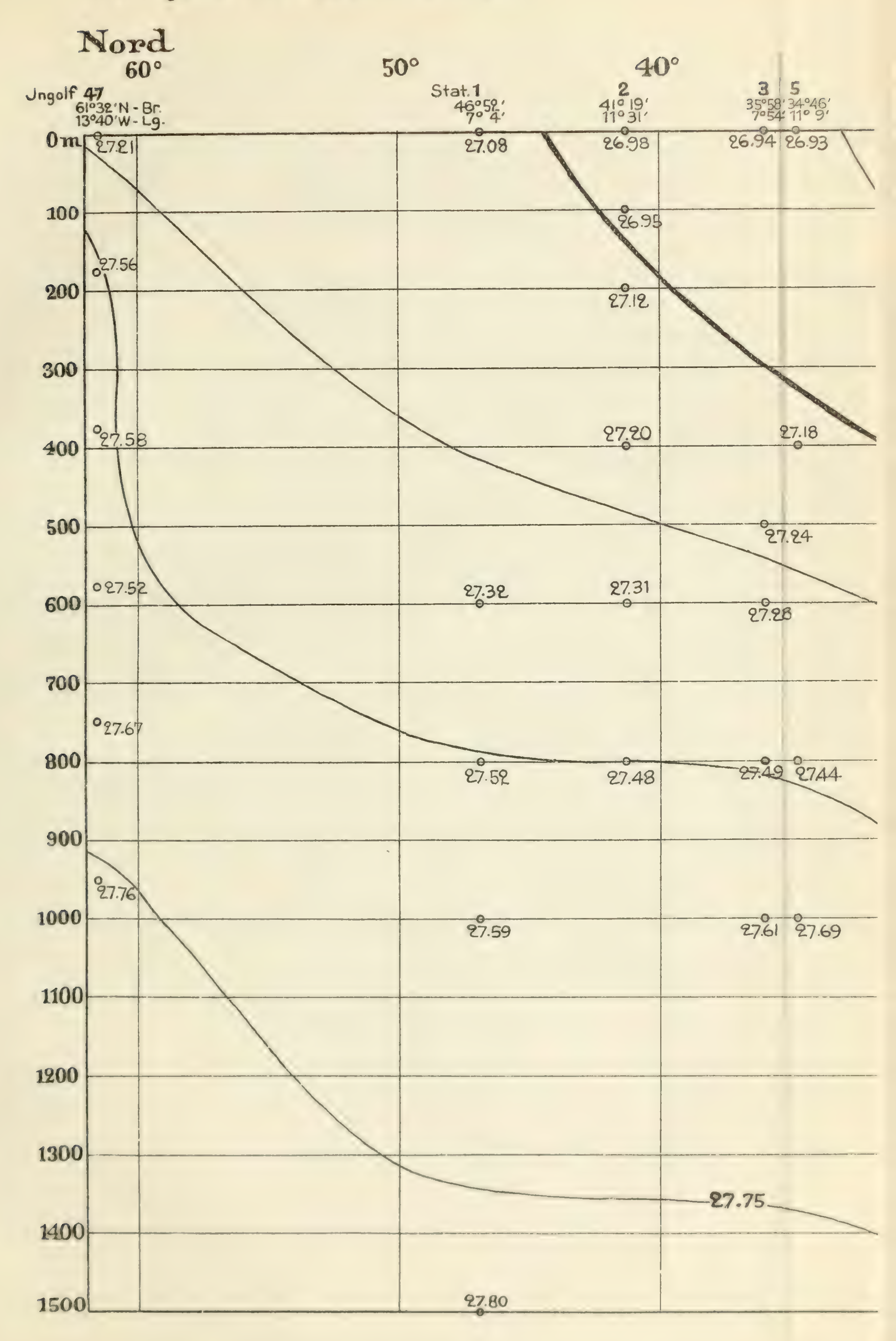
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

36.50 36.25 36.00 35.75 35.50 35.25 35.00 34.75 34.50 34.00


Nord
60°
50°
40°
Jngolf 47
61°32'N - Br.
13°40'W - Lg.
Stat. 1
46°52'
7° 4'
2
41° 19'
11° 31'
3
35°58'
7°54'
5
34°46'
11° 9'
0 m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
35.38
35.49
35.84
36.40
36.31
35.70
35.38
35.61
35.39
35.52
35.68
35.62
35.29
35.52
35.57
35.61
35.36
35.70
35.79
35.84
35.50
35.75
36.00
35.39
36.09
35.66
35.84
35.35

Vertikale Verteilung der Dichte. Östlicher Atlantischer Ozean.

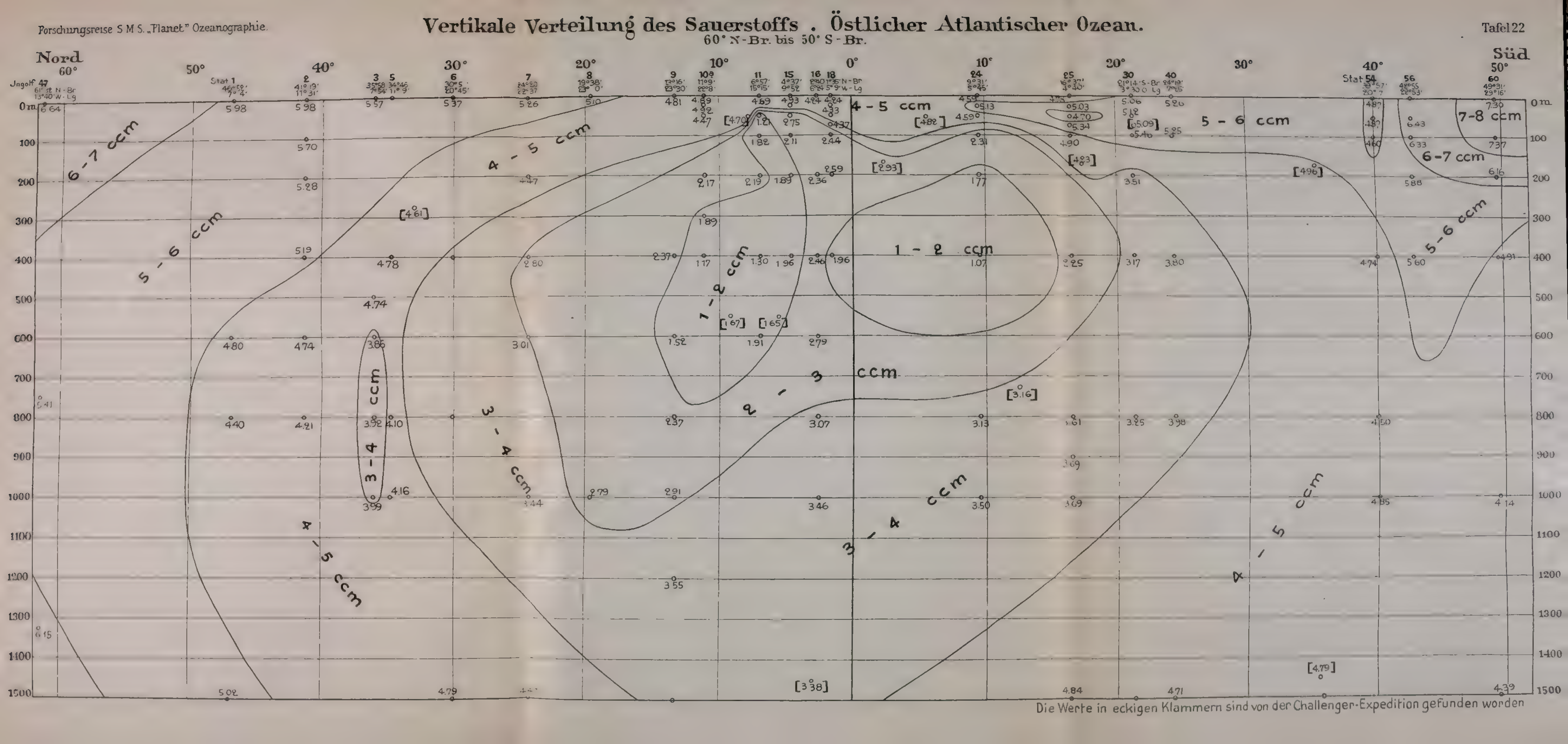
60° N-Br. bis 50° S-Br.



Nord
60°
50°
40°
Ungolf 47
61°32'N - Br.
13°40'W - Lg.
Stat. 1
46°52'
7° 4'
2
41° 19'
11° 31'
3
35°58'
7°54'
5
34°46'
11° 9'
0 m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
27.21
27.08
26.98
26.94
26.93
26.95
27.56
27.12
27.58
27.20
27.18
27.24
27.52
27.32
27.31
27.28
27.67
27.52
27.48
27.49
27.44
27.76
27.59
27.61
27.69
27.75
27.80

Vertikale Verteilung des Sauerstoffs . Östlicher Atlantischer Ozean.

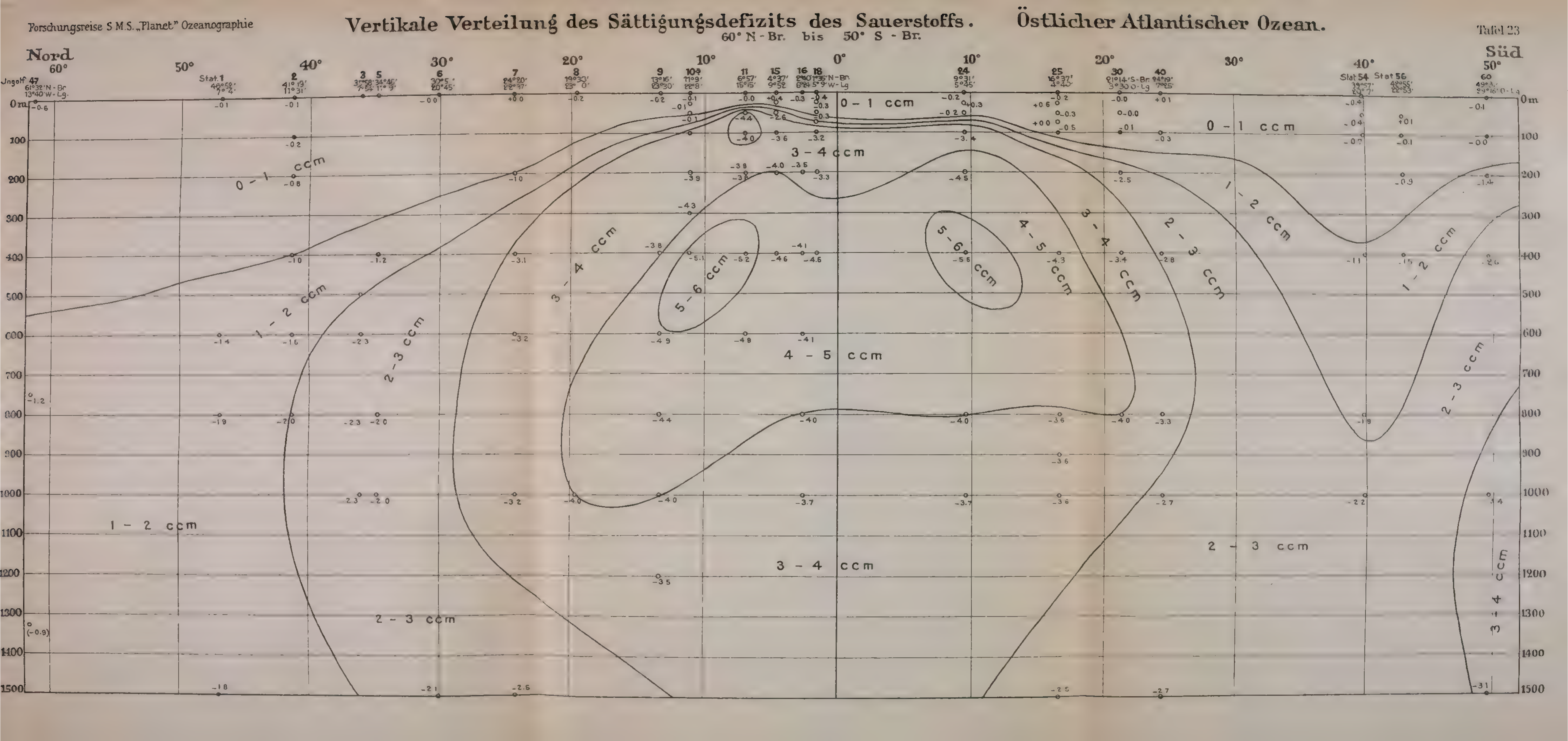
60° N-Br. bis 50° S-Br.





Vertikale Verteilung des Sättigungsdefizits des Sauerstoffs. Östlicher Atlantischer Ozean.

60° N-Br. bis 50° S-Br.





Vertikale Verteilung der Temperatur. Westlicher Indischer Ozean.

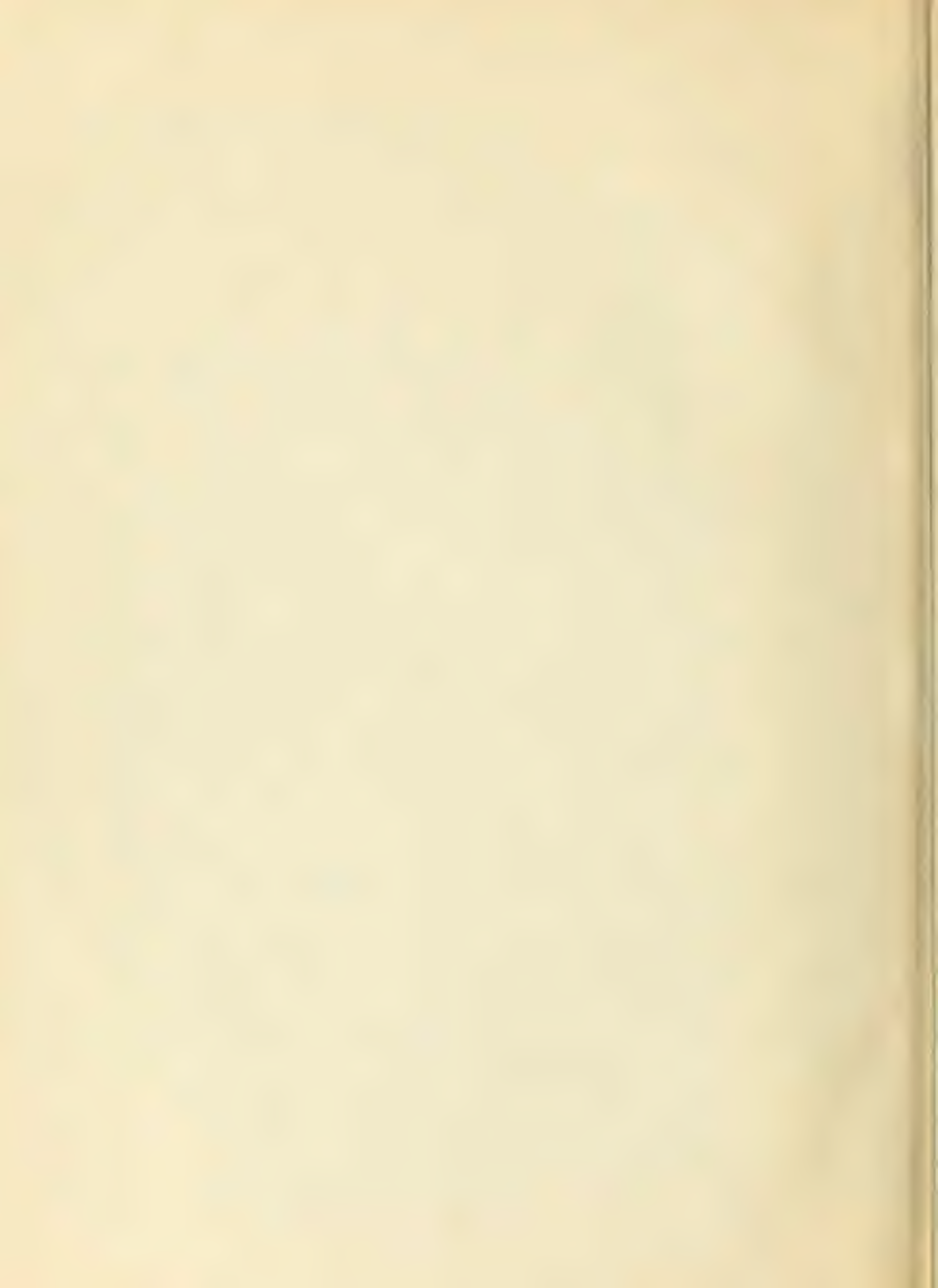
50° S-Br. bis 10° N-Br.

50° Süd — 40° — 30° — 20° — 10° — 0° — 10° Nord 11°

Stat. 60 (49° 31' S-Br., 29° 16' O-L.) — 82 (36° 42', 42° 4') — 74 (31° 49', 38° 55') — 73 (31° 33', 32° 13') — 98 (24° 24', 48° 42') — 120 (16° 29', 51° 18') — 127 (8° 15', 64° 52') — 144 (1° 52' N-Br., 74° 45' O-L.) — Vitiaz 193 2.11.89 (6° 56', 75° 57') — Vitiaz 194 (12° 29', 57° 16')

0 m, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500

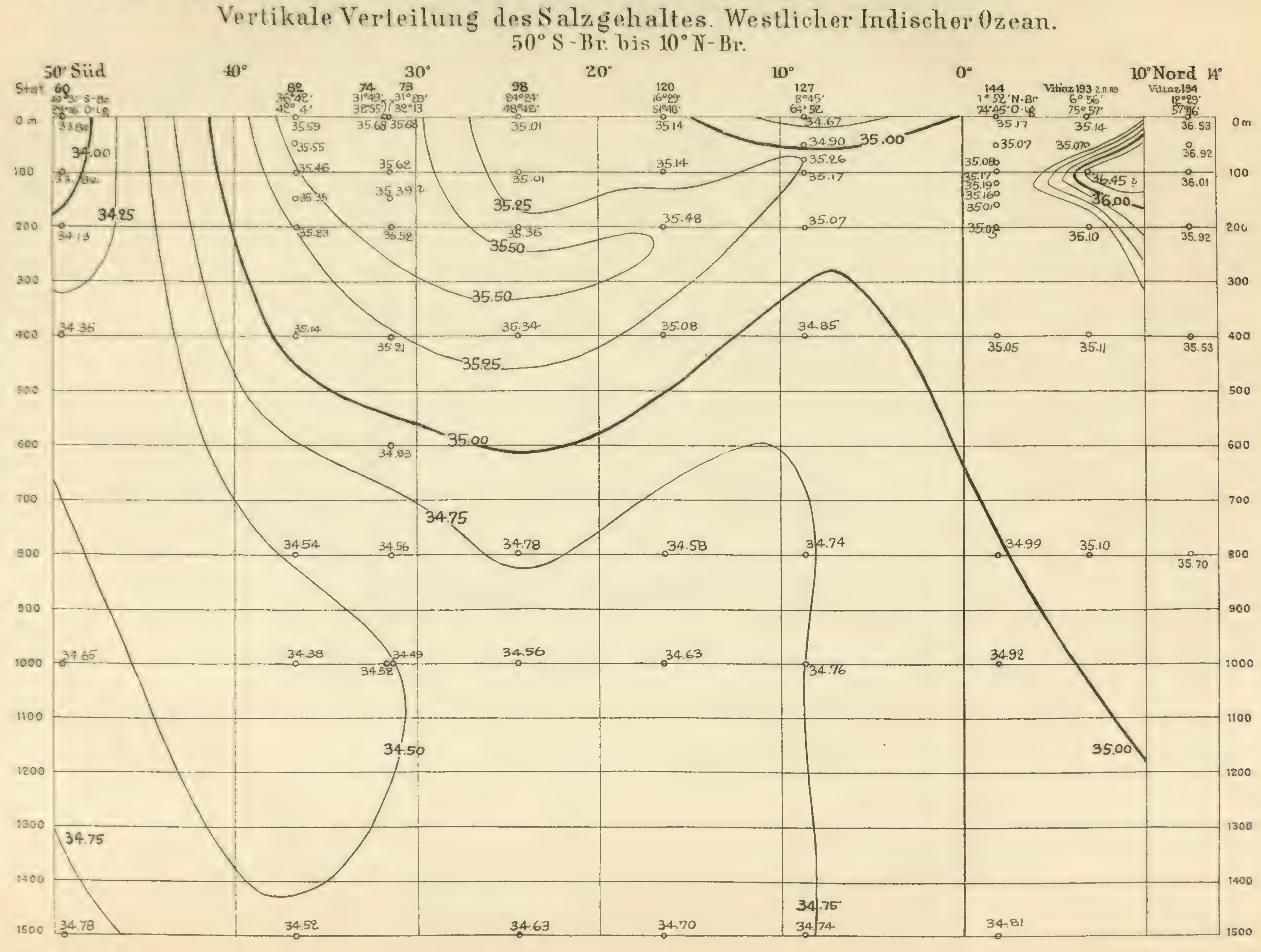
Photolith. v. Bogdan Gisevius, Berlin W.



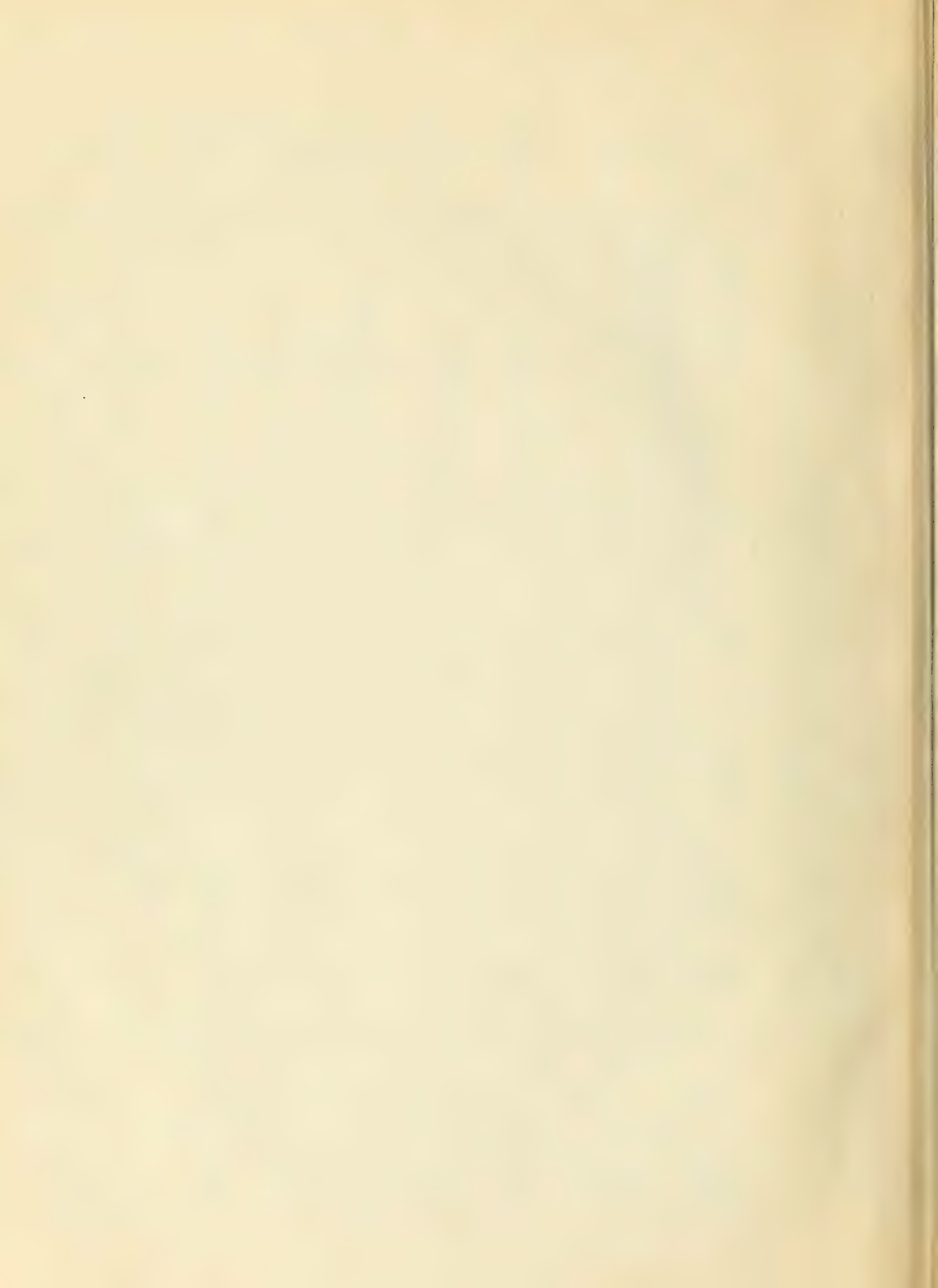
Forschungsreise S. M. S. „Planet" Ozeanographie.

Vertikale Verteilung des Salzgehaltes. Westlicher Indischer Ozean.

50° S-Br. bis 10° N-Br.



Photolith. v. Bogdan Gisevius, Berlin W.



Vertikale Verteilung des Sauerstoffs. Westlicher Indischer Ozean.

50° S-Br. bis 4° N-Br.

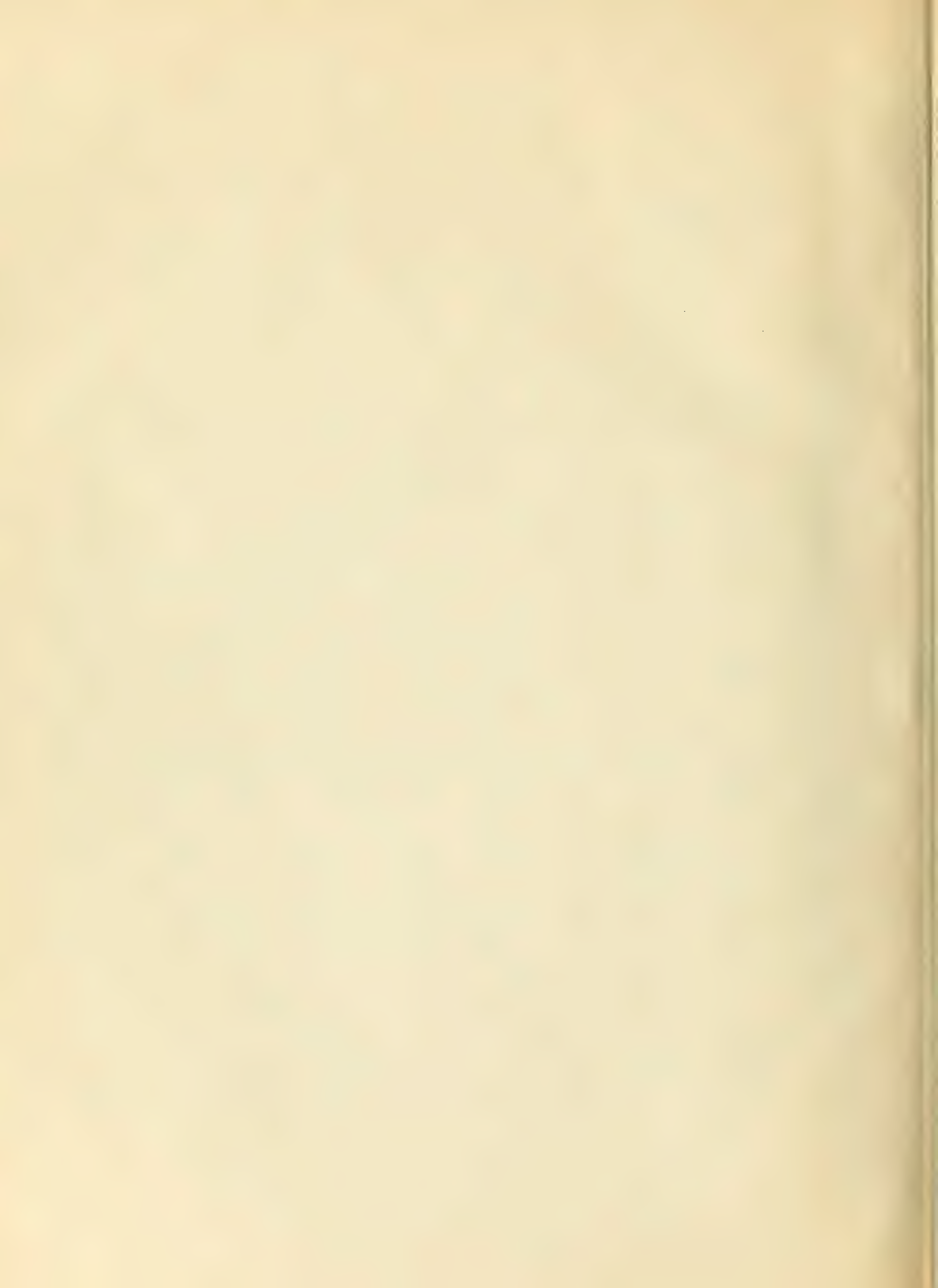
50° Süd — 40° — 30° — 20° — 10° — 0° Nord

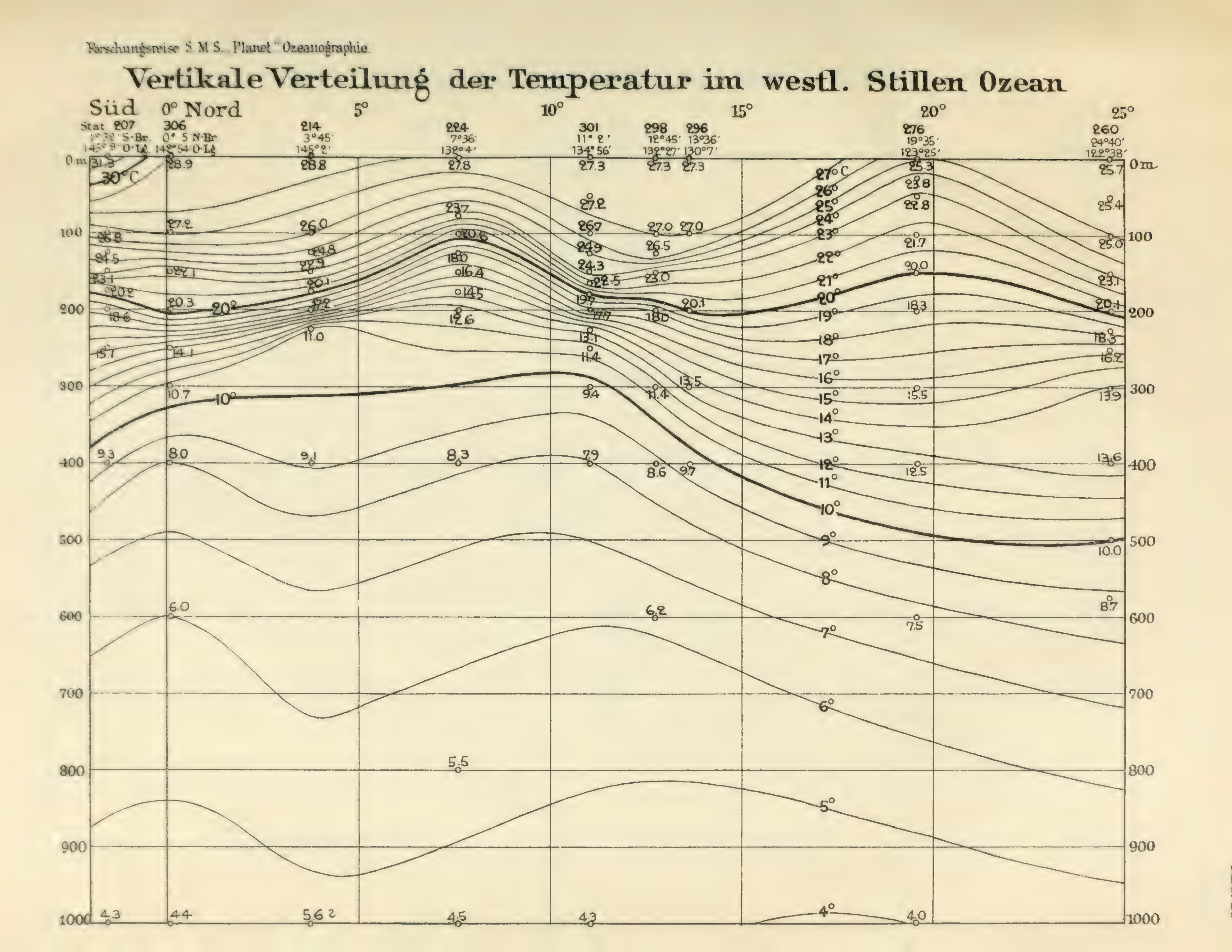
Stat. 60 (40°31' S-Br), 82 (36°42', 42° 4'), 74 (31°49', 32°55'), 73 (31°23', 32°13'), 98 (24°24', 48°48'), 120 (16°29', 51°48'), 127 (8°45', 64°52'), 144 (1°52' N-Br, 74°45' O-Lg)

0 m, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500

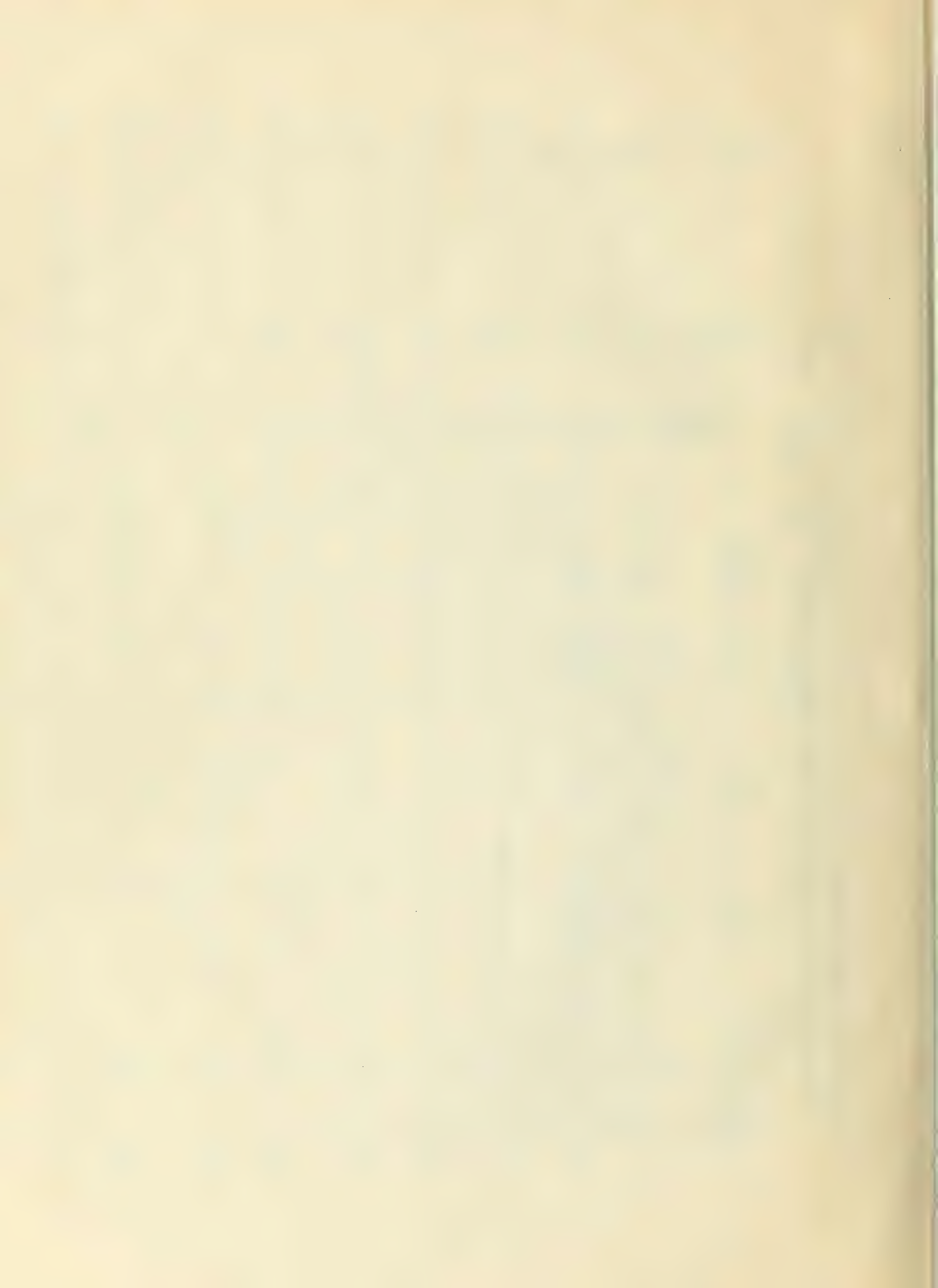
6-7 ccm
7-8 ccm
5 - 6 ccm
4 - 5 ccm
5 - 6 ccm
4 - 5 ccm
3 - 4 ccm
2 - 3 ccm
1 - 2 ccm
0 - 1 ccm

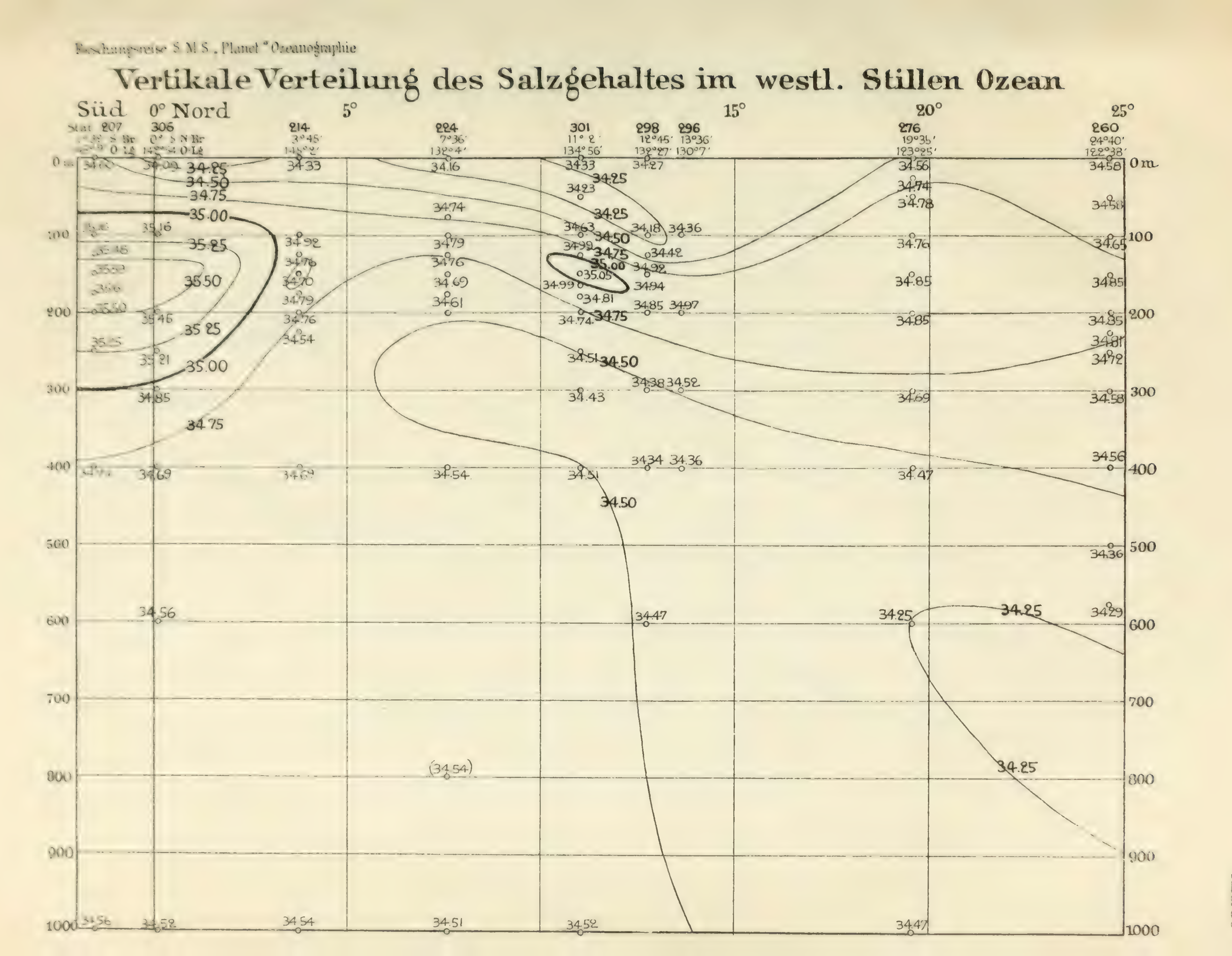
Photolith. v. Bogdan Gisevius, Berlin W.

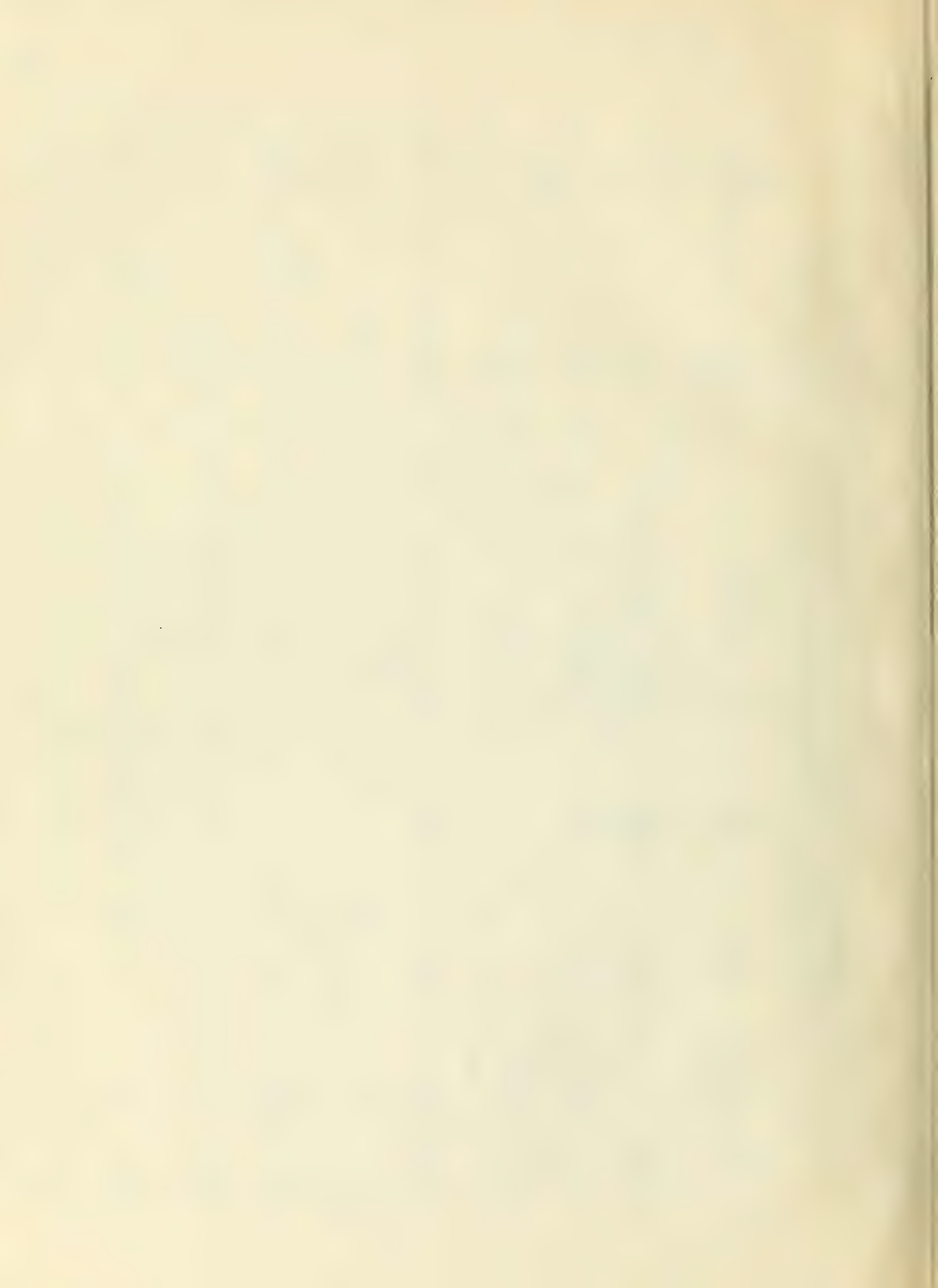


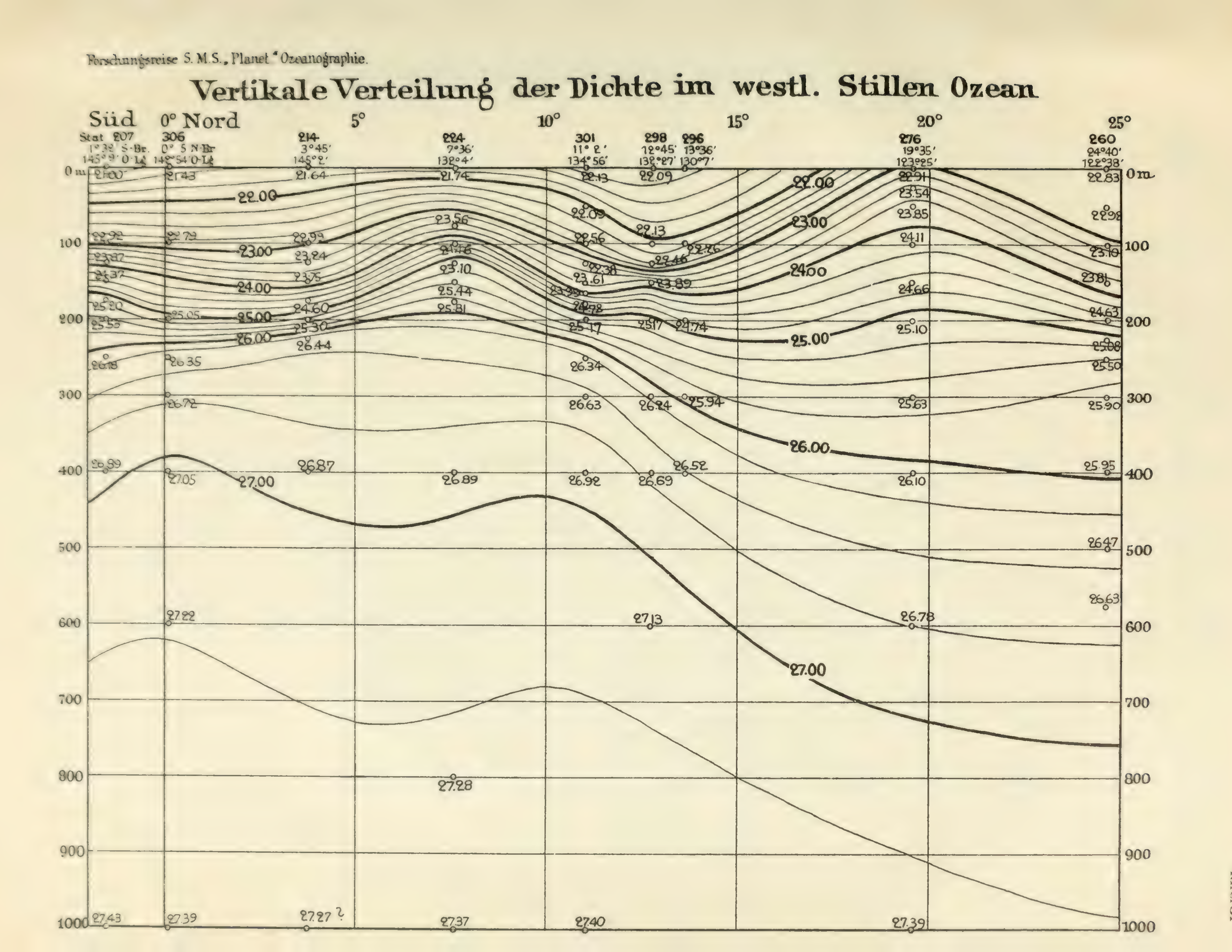


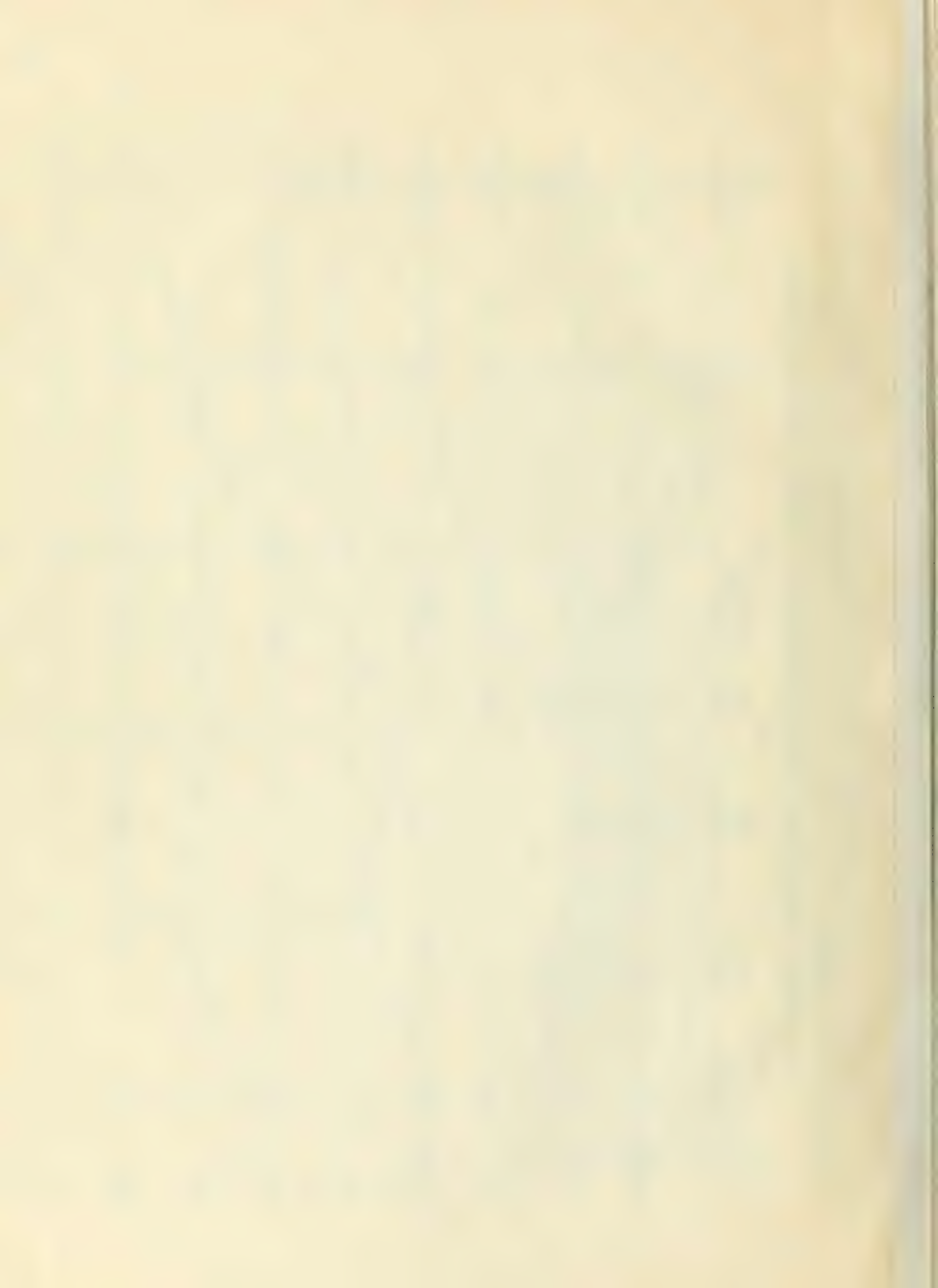
Forschungsreise S. M. S. „Planet" Ozeanographie.
Vertikale Verteilung der Temperatur im westl. Stillen Ozean
Süd
0° Nord
5°
10°
15°
20°
25°
Stat. 207
306
214
224
301
298
296
276
260
0 m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
30°C
27°C
26°
25°
24°
23°
22°
21°
20°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
13°
12°
11°
10°
9°
8°
7°
6°
5°
4°

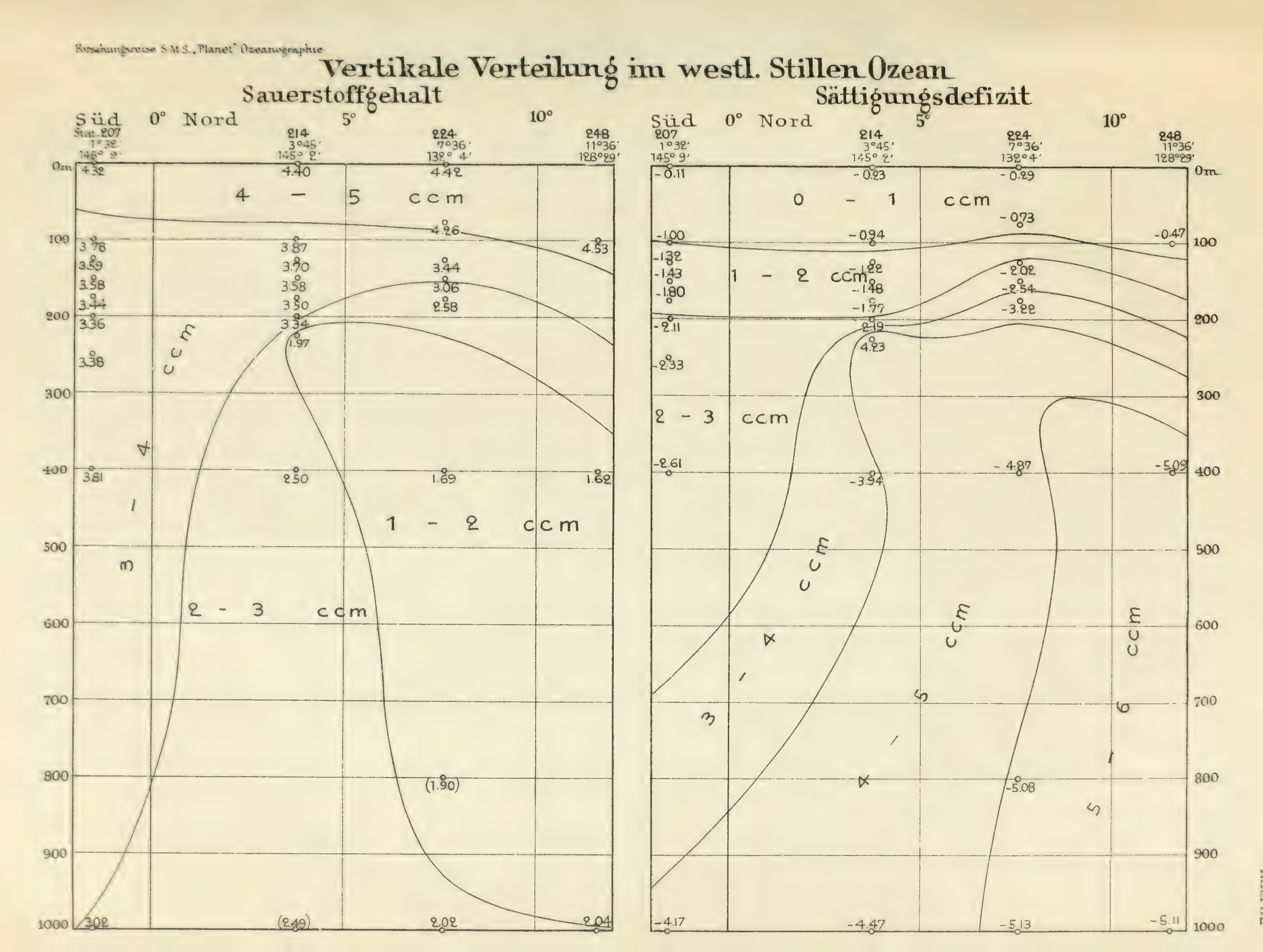


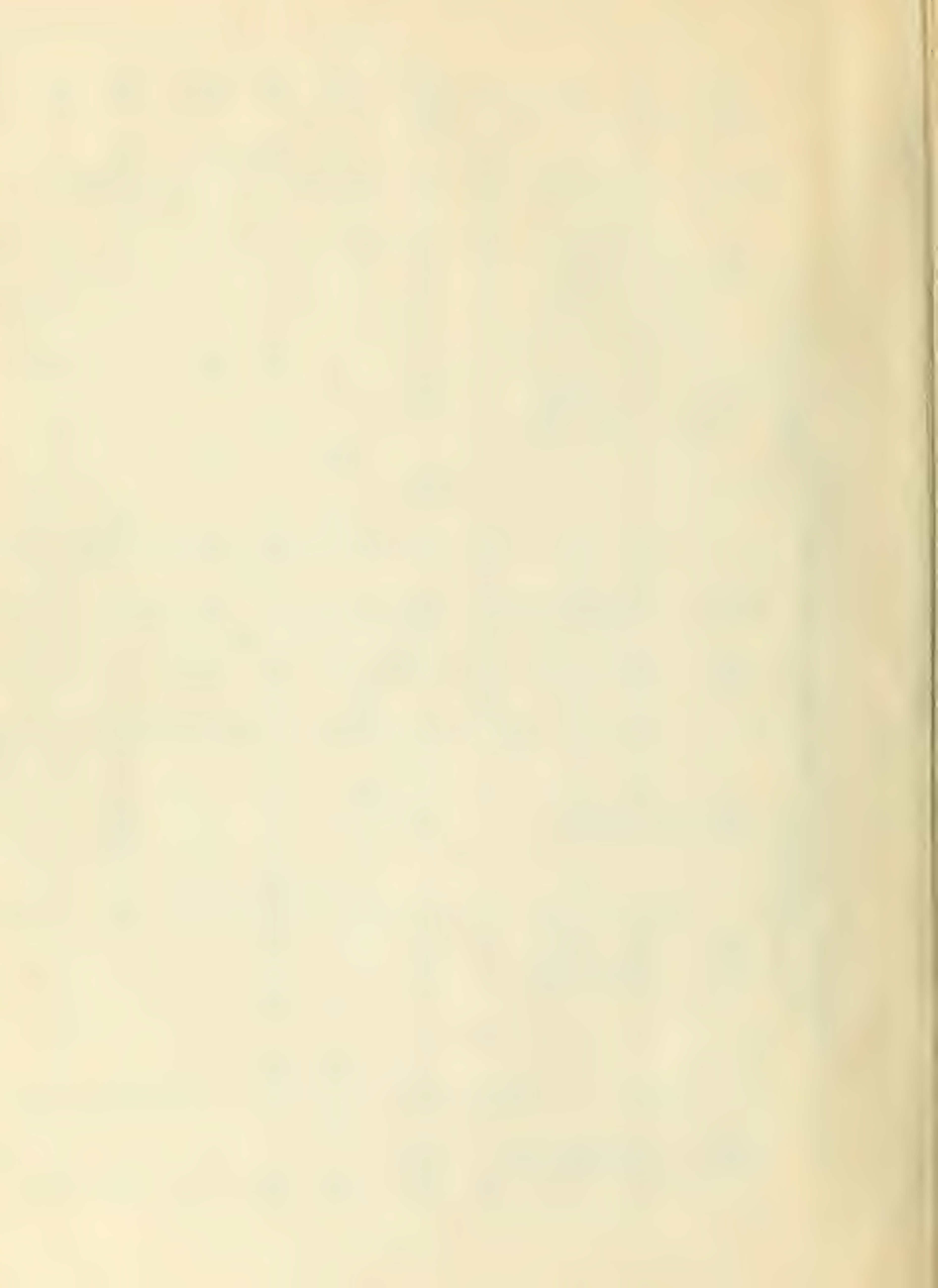

Forschungsreise S. M. S. „Planet" Ozeanographie
Vertikale Verteilung des Salzgehaltes im westl. Stillen Ozean
Süd
0° Nord
5°
15°
20°
25°
306
214
224
301
298
296
276
260
3°45'
7°36'
11° 2'
12°45'
13°36'
19°35'
24°40'
132°4'
134°56'
130°7'
123°25'
122°38'
0 m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
34.25
34.50
34.75
35.00
35.25
35.50
35.25
35.00
34.75
34.25
34.50
34.75
35.00
35.05
34.50
34.50
34.25
34.25
34.25
34.33
34.16
34.33
34.27
34.56
34.58
34.23
34.74
34.74
34.78
35.16
34.63
34.18
34.36
34.92
34.79
34.99
34.76
34.65
34.42
34.76
34.92
34.70
34.69
34.99
34.94
34.85
34.85
34.79
34.61
34.81
34.85
34.97
35.46
34.76
34.74
34.85
34.85
34.54
34.81
35.21
34.51
34.72
34.38
34.52
34.85
34.43
34.69
34.58
34.34
34.36
34.56
34.69
34.69
34.54
34.51
34.47
34.36
34.56
34.47
34.25
34.29
(34.54)
34.56
34.52
34.54
34.51
34.52
34.47




Forschungsreise S. M. S. „Planet" Ozeanographie.
Vertikale Verteilung der Dichte im westl. Stillen Ozean
Süd
0° Nord
5°
10°
15°
20°
25°
Stat 207
1°32' S-Br.
145°9' O-Lg
306
0° 5' N-Br
148°54' O-Lg
214
3°45'
145°2'
224
7°36'
132°4'
301
11° 2'
134°56'
298
12°45'
132°27'
296
13°36'
130°7'
276
19°35'
123°25'
260
24°40'
122°38'
0 m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
22.00
23.00
24.00
25.00
26.00
27.00




Forschungsreise S.M.S. „Planet" Ozeanographie
Vertikale Verteilung im westl. Stillen Ozean
Sauerstoffgehalt
Sättigungsdefizit
Süd
0° Nord
5°
10°
Stat. 207
214
224
248
4 – 5 ccm
1 – 2 ccm
2 – 3 ccm
3 – 4 ccm
0 – 1 ccm
4 – 5 ccm
5 – 6 ccm
0m
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000



Schwankungen der Temperatur, des Salzgehalts und der Dichte

längs des Reiseweges S.M.S. „Planet" Kapstadt – Durban.

Forschungsreise S.M.S. „Planet". Ozeanographie.



